Benutzerhandbuch

Tektronix

Digitalspeicher-Oszilloskop der Serie TPS2000

071-1444-02

Dieses Dokument unterstützt Firmware der Version 10.00 und höher.

www.tektronix.com

Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete US- und Auslandspatente geschützt. Die Informationen in dieser Broschüre machen Angaben in allen früheren Unterlagen hinfällig. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten.

TEKTRONIX, TEK, OpenChoice und WaveStar sind eingetragene Marken von Tektronix Inc.

Tektronix ist ein autorisierter Lizenzinhaber der Marke CompactFlash®.

Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Handelt es sich um Produktinformationen, Vertrieb, Service und technischen Support:

- in Nordamerika, rufen Sie 1-800-833-9200 an.
- weltweit, besuchen Sie die Website www.tektronix.com, um Ansprechpartner in Ihrer Nähe zu finden.

GARANTIE
Oszilloskop der Serie TPS2000

Tektronix garantiert, dass das oben aufgeführte Produkt für einen Zeitraum von drei (3) Jahren ab Kaufdatum bei einem autorisierten Tektronix–Händler keine Material– und Qualitätsfehler aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Bei den Teilen, Modulen und Ersatzprodukten, die Tektronix zur Fehlerbehebung während der Garantiezeit verwendet, kann es sich um neue oder neuwertige Teile, Module bzw. Produkte handeln. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und passende Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an das Tektronix-Kundendienstzentrum verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein, und eine Kopie des Erwerbsnachweises durch den Kunden muss beigelegt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse innerhalb des Landes des Tektronix-Kundendienstzentrums befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

GARANTIE (Fortsetzung)
Oszilloskop der Serie TPS2000

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

GARANTIE
P2220-Tastköpfe

Tektronix garantiert, dass das oben aufgeführte Produkt für einen Zeitraum von einem (1) Jahr ab Kaufdatum bei einem autorisierten Tektronix–Händler keine Material– und Qualitätsfehler aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Bei den Teilen, Modulen und Ersatzprodukten, die Tektronix zur Fehlerbehebung während der Garantiezeit verwendet, kann es sich um neue oder neuwertige Teile, Module bzw. Produkte handeln. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und passende Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an das Tektronix-Kundendienstzentrum verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein, und eine Kopie des Erwerbsnachweises durch den Kunden muss beigelegt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse innerhalb des Landes des Tektronix-Kundendienstzentrums befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

GARANTIE (Fortsetzung)
P2220-Tastköpfe

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

GARANTIE
TPSBAT-Akku

Tektronix garantiert, dass das oben aufgeführte Produkt für einen Zeitraum von drei (3) Monaten ab Kaufdatum bei einem autorisierten Tektronix–Händler keine Material– und Qualitätsfehler aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Bei den Teilen, Modulen und Ersatzprodukten, die Tektronix zur Fehlerbehebung während der Garantiezeit verwendet, kann es sich um neue oder neuwertige Teile, Module bzw. Produkte handeln. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und passende Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an das Tektronix-Kundendienstzentrum verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein, und eine Kopie des Erwerbsnachweises durch den Kunden muss beigelegt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse innerhalb des Landes des Tektronix-Kundendienstzentrums befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

GARANTIE (Fortsetzung)
TPSBAT-Akku

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

Inhalt

Erste Schritte

Bedienungsgrundlagen

Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen

Anwendungsbeispiele

Math-FFT

Kommunikation (RS-232 und Centronics)

Entnehmbarer Massenspeicher

Handhabung von TPSBAT-Akkus

Referenz

Anhänge

Index

Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie die folgenden Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz gegen Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Produkt oder an damit verbundenen Produkten.

Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen.

Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Verwenden Sie ein ordnungsgemäßes Netzkabel. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zertifizierte Netzkabel.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüfleitungen an, während diese in Betrieb sind.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopfausgang am Messgerät an, bevor Sie den Tastkopf mit dem Messpunkt verbinden. Trennen Sie den Anschluss des Tastkopfeingangs und den Tastkopf–Referenzleiter vom Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf vom Messgerät trennen.

Beachten Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie alle Angaben auf diesem Produkt, um Feuer oder einen Stromschlag zu vermeiden. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Verwenden Sie den richtigen Tastkopf. Um einen Stromschlag zu vermeiden, verwenden Sie einen ordnungsgemäß ausgelegten Tastkopf für die Messungen.

Potenzialfrei. Mit dem P2220–Tastkopf–Referenzleiter dürfen keine potenzialfreien Messungen über 30 V_{eff} vorgenommen werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (für potenzialfreie Messungen bis 600 V_{eff} CAT II bzw. 300 V_{eff} CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen entsprechend ausgelegten Hochspannungs–Differentialtastkopf zum Durchführen von potenzialfreien Messungen über 30 V_{eff}, entsprechend den Kenndaten eines solchen Hochspannungstastkopfs.

Ausschalten. Das Gerät kann über das Netzkabel vom Stromnetz getrennt werden.

Ersetzen Sie die Batterien ordnungsgemäß. Ersetzen Sie die Batterien nur mit Batterien des geeigneten Typs und mit den geeigneten Angaben.

Laden Sie die Batterien ordnungsgemäß auf. Laden Sie die Batterien nur für die empfohlenen Ladezyklen auf.

Verwenden Sie ein geeignetes Netzteil. Verwenden Sie ausschließlich das für dieses Gerät vorgesehene Netzteil.

Schließen Sie die Abdeckungen. Bedienen Sie dieses Produkt nicht, wenn die Abdeckungen entfernt sind.

Vermeiden Sie offen liegende Kabel. Berühren Sie keine offen liegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn der Strom eingeschaltet ist.

Bei Verdacht auf Funktionsfehler nicht betreiben. Lassen Sie dieses Produkt von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen, wenn Sie vermuten, dass es beschädigt ist.

Umgebung. Belastungsgrad 2[1]. Das Gerät darf nicht in einer Umgebung betrieben werden, in der leitende Verunreinigungen vorhanden sind. Umgebungseigenschaften finden Sie in Anhang A.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in explosionsgefährdeter Atmosphäre betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sorgen Sie für die richtige Kühlung. Weitere Informationen zur Installation des Produkts mit ordnungsgemäßer Kühlung finden Sie im Handbuch.

Symbole und Begriffe

Begriffe in diesem Handbuch. Die folgenden Begriffe werden in diesem Handbuch verwendet:



WARNUNG. *Warnungen weisen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.*



VORSICHT. *Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.*

Begriffe auf dem Produkt. Die folgenden Begriffe befinden sich unter Umständen auf dem Produkt:

GEFAHR weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.

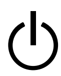
WARNUNG weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.

VORSICHT weist auf eine Gefahr für das Produkt hin.

Symbole auf dem Produkt. Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



VORSICHT
Beachten Sie die
Hinweise im Handbuch.



Standby



Gehäuseerdung

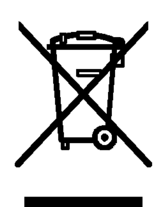
Umweltschutzhinweise

In diesem Abschnitt finden Sie Informationen zu den Auswirkungen des Produkts auf die Umwelt.

Vorgehen bei Produktauslauf

Beachten Sie beim Recycling eines Geräts oder einer Komponente die folgenden Richtlinien:

Geräterecycling. Zur Herstellung dieses Geräts werden natürliche Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher Ressourcen zu verringern, empfehlen wir Ihnen, dieses Produkt über ein geeignetes Recyclingsystem zu entsorgen und so die Wiederverwendung bzw. das sachgemäße Recycling eines Großteils der Materialien zu gewährleisten.



Das links abgebildete Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß Richtlinie 2002/96/EC über Elektro- und Elektronik-Altgeräte entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.de).

Wiederverwerten der Batterie. Dieses Produkt enthält einen Lithium-Ionen (Li-Ion)-Akku, der recycelt oder sachgerecht entsorgt werden muss. Entsorgen oder recyceln Sie diesen Akku gemäß den kommunalen Vorschriften.

Sicherheitshinweis zu quecksilberhaltigen Komponenten. Dieses Produkt ist mit einer quecksilberhaltigen LCD-Beleuchtung ausgestattet. Aufgrund von Umweltschutzbestimmungen ist die Entsorgung daher möglicherweise reglementiert. Einzelheiten zu den Entsorgungs- bzw. Recyclingbestimmungen erhalten Sie bei den zuständigen Behörden vor Ort oder innerhalb der Vereinigten Staaten von Electronics Industries Alliance (www.eiae.org).

Transportieren von Akkus

Der Lithium-Ionen-Akkupack dieses Produkts enthält weniger als 8 Gramm Lithiumäquivalent, die einzelnen Zellen jeweils weniger als 1,5 Gramm (gemessen nach ICAO-Standard (International Civil Aviation Organization)). Wenden Sie sich an Ihre Fluggesellschaft, um Näheres zu Gültigkeit und Umfang spezieller Bestimmungen für den Transport von Li-Ion-Akkus zu erfahren.

Beschränkung gefährlicher Stoffe

Dieses Produkt wurde als Überwachungs- und Steuerungsgerät klassifiziert und unterliegt daher nicht dem Geltungsbereich der Richtlinie 2002/95/EC RoHS. Dieses Produkt enthält Blei, Quecksilber und sechswertiges Chrom.

Vorwort

Dieses Handbuch erläutert die Bedienung der Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TPS2000. Das Handbuch besteht aus folgenden Kapiteln:

- Das Kapitel *Erste Schritte* enthält eine kurze Beschreibung der Oszilloskopfunktionen sowie Hinweise zur Installation.
- Das Kapitel *Bedienungsgrundlagen* beschreibt Bedienungsprinzipien für Oszilloskope.
- Das Kapitel *Funktionsweise des Oszilloskops* erläutert die grundlegende Bedienung und Funktionsweise eines Oszilloskops: Einstellen des Oszilloskops, Triggern, Datenerfassung, Skalieren und Positionieren von Signalen sowie die Durchführung von Messungen.
- Das Kapitel *Anwendungsbeispiele* enthält Beispiele für eine Vielzahl unterschiedlicher Messungen, die als Anregung zur Lösung eigener Messaufgaben dienen sollen.
- Im Kapitel *Math-FFT* wird die Verwendung der Math-FFT-Funktion (FFT = schnelle Fourier-Transformation) zum Umrechnen eines Zeitbereichssignals in seine Frequenzanteile (Spektrum) erläutert.

- Im Kapitel *Kommunikation* wird die Einstellung der RS-232- und Centronics-Schnittstellen beschrieben, über die das Oszilloskop an externe Geräte wie Drucker und Computer angeschlossen werden kann.
- Im Kapitel *Entnehmbarer Massenspeicher* werden die Handhabung von CompactFlash-Karten und die bei Verwendung einer solchen Karte verfügbaren Oszilloskopfunktionen beschrieben.
- Im Kapitel *Handhabung von TPSBAT-Akkus* werden die Verwendung sowie das Aufladen, Kalibrieren und Austauschen von Akkus erläutert.
- Im Kapitel *Referenz* werden die Auswahloptionen bzw. die für jede Option verfügbaren Werte beschrieben.
- Der *Anhang A: Spezifikationen* beinhaltet elektrische, umgebungsbedingte und physikalische Spezifikationen für das Oszilloskop und den P2220-Tastkopf sowie Zertifizierungen und Konformitätserklärungen.
- Der *Anhang B: Zubehör* enthält eine kurze Erläuterung des standardmäßigen sowie optionalen Zubehörs.
- Der *Anhang C: Hinweise zur allgemeinen Pflege und Reinigung* beschreibt die Wartung und Pflege des Oszilloskops.
- Der *Anhang D: Grundeinstellung* beinhaltet eine Liste der Menüs und Bedienelemente mit Grundeinstellungen (Werkseinstellungen), die durch Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG auf der Oszilloskop-Frontplatte abgerufen werden.

Hilfesystem

Das Oszilloskop verfügt über ein Hilfesystem, in dem alle Oszilloskopfunktionen behandelt werden. Sie können das Hilfesystem zur Anzeige mehrerer Arten von Informationen verwenden:

- Allgemeine Informationen über Grundlagen und Verwendung des Oszilloskops, z.B. Verwendung des Menüsystems.
- Informationen über bestimmte Menüs und Bedienelemente wie beispielsweise die vertikale Positionseinstellung.
- Hinweise zu Problemen, die bei der Verwendung eines Oszilloskops gegebenenfalls auftreten, z.B. Verringerung von Störrauschen.

Sie haben mehrere Möglichkeiten, die gesuchten Informationen im Hilfesystem aufzufinden: über die kontextbezogene Hilfe, über Hyperlinks und über den Index.

Kontextbezogen

Wenn die HILFE-Taste auf der Frontplatte des Oszilloskops gedrückt wird, werden Informationen über das zuletzt auf dem Bildschirm angezeigte Menü aufgerufen. Während der Anzeige von Hilfethemen leuchtet eine LED neben dem Mehrfunktions-Drehknopf, um anzuzeigen, dass dieser aktiv ist. Umfasst das Hilfethema mehrere Seiten, gelangen Sie durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfes zur jeweils nächsten Seite dieses Hilfethemas.

Hyperlinks

Die meisten Hilfethemen enthalten Begriffe in spitzen Klammern, z.B. <Auto-Setup>. Sie sind mit anderen Themen verlinkt. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um von einem so markierten Link zum nächsten zu gelangen. Drücken Sie die Optionstaste Thema anzeigen, um das entsprechende Hilfethema zu dem markierten Link anzuzeigen. Drücken Sie die Optionstaste Zurück, um wieder zum vorherigen Thema zurückzugelangen.

Index

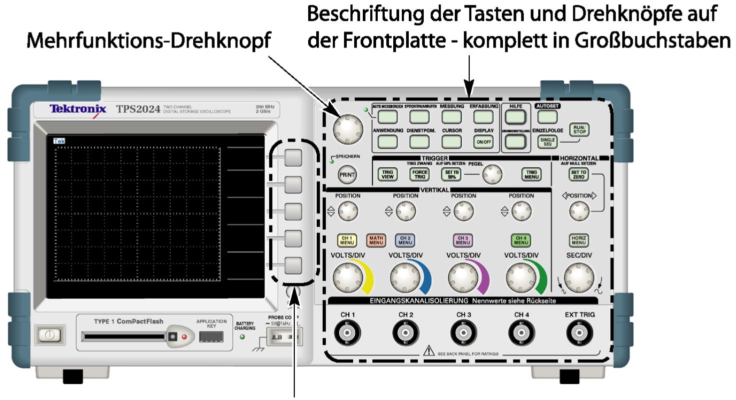
Drücken Sie zuerst die Taste HILFE auf dem Bedienfeld und anschließend die Optionstaste Index. Drücken Sie die Optionstaste Seite abwärts bzw. Seite aufwärts so lange, bis Sie die Indexseite mit dem gesuchten Hilfethema gefunden haben. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um ein Hilfethema auszuwählen. Drücken Sie die Optionstaste Thema anzeigen, um das Hilfethema anzuzeigen.

HINWEIS. *Wenn der Hilfetext vom Bildschirm verschwinden soll und Sie wieder in die Signalanzeige zurückgelangen möchten, drücken Sie die Optionstaste Beenden oder eine beliebige Taste.*

Konventionen

In diesem Handbuch werden die folgenden Konventionen verwendet:

- Die Tasten, Drehknöpfe und Anschlüsse auf der Frontplatte des Oszilloskops werden komplett in Großbuchstaben geschrieben. Beispiel: HILFE, DRUCKEN.
- Bei Menüoptionen wird nur der Anfangsbuchstabe groß geschrieben. Beispiel: Spitzenwerterfassung, Zoombereich.



HINWEIS. *Die Optionstasten können auch als Bildschirmtasten, Seitenmenü-Tasten, Rahmentasten oder Schaltflächen bezeichnet werden.*

- Durch das Begrenzungszeichen ▶ wird eine Tastendruckfolge in einzelne Schritte unterteilt. Beispiel: **DIENSTPGM ▶ Optionen ▶ RS-232-Einstellungen** bedeutet, dass zuerst die Bedienfeldtaste DIENSTPGM, anschließend die Optionstaste Optionen und dann die Optionstaste RS-232-Einstellungen gedrückt werden muss.

Erste Schritte

Erste Schritte

Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TPS2000 sind kleine, leichte, batteriebetriebene und tragbare Oszilloskope. In diesem Kapitel wird neben den allgemeinen Gerätefunktionen auf der nächsten Seite die Ausführung der folgenden Aufgaben erläutert:

- Durchführung potenzialfreier Messungen
- Installation des Gerätes
- Laden der Akkus
- Durchführung eines kurzen Funktionstests
- Ausführung einer Tastkopfüberprüfung und Tastkopfkompensation
- Einstellen des Tastkopfabschwächungsfaktors
- Verwendung des Selbstkalibrierungsprogramms

HINWEIS. *Beim Einschalten des Oszilloskops können Sie eine Sprache auswählen, die auf dem Bildschirm angezeigt werden soll. Sie können eine Sprache auch jederzeit über den Zugriff auf die Option DIENSTPGM ▸ Sprache auswählen.*

Allgemeine Funktionen

Die folgende Tabelle und Liste umfasst die allgemeinen Funktionen.

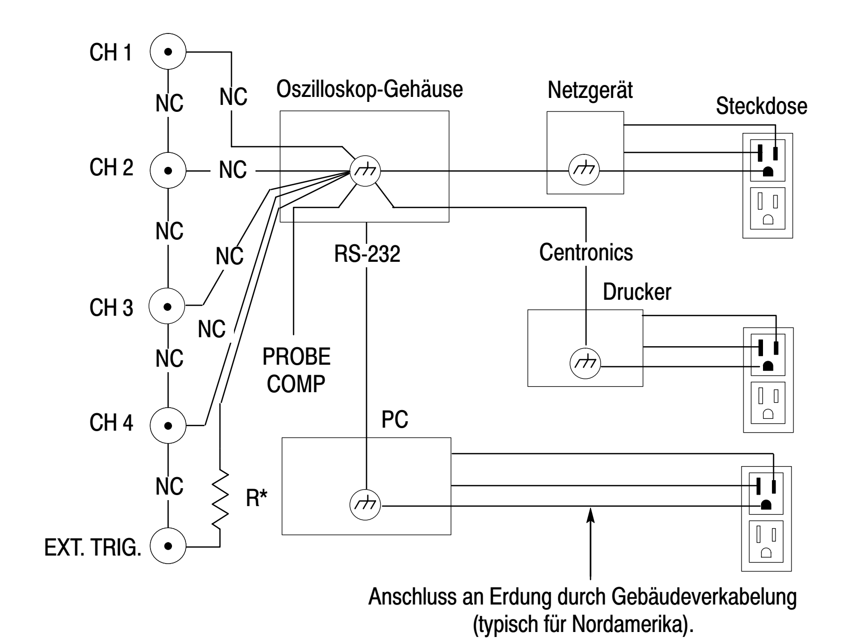
Modell	Kanäle	Bandbreite	Abtastrate
TPS2012	2	100 MHz	1,0 GS/s
TPS2014	4	100 MHz	1,0 GS/s
TPS2024	4	200 MHz	2,0 GS/s

- Batteriebetrieben oder netzbetrieben
- Zwei aufladbare Akkus (zweiter Akku ist optional)
- Voneinander unabhängig isolierte Kanäle ohne gemeinsame Erdung
- TPS2PWR1 Leistungsanalyse-Anwendung (optional)
- Unterstützung für kompatible Spannungs- und Stromtastköpfe
- Kontextbezogenes Hilfesystem
- Farb-LCD-Anzeige
- Auswählbare Bandbreitenbegrenzung 20 MHz
- Aufzeichnungslänge von 2500 Punkten für jeden Kanal
- Auto-Setup

- Automatische Bereichseinstellung für Schnelleinrichtung und Freihandbetrieb
- Assistent für Tastkopfüberprüfung
- Cursor mit Messwertanzeige
- Triggerfrequenzanzeige
- Elf automatische Messungen
- Mittelwert und Spitzenwerterfassung
- Zweifachzeitbasis
- Math-Funktionen: Operationen +, – und ×
- Mathematik Schnelle Fourier-Transformation (FFT)
- Impulsbreiten-Triggerfunktion
- Video-Triggerfunktion mit Triggerung nach Zeilenauswahl
- Externer Trigger
- Einstellen und Speichern von Signalen
- Entnehmbarer Massenspeicher
- Anzeige mit variablem Nachleuchten
- RS-232- und Centronics-Schnittstellen
- OpenChoice PC-Kommunikationssoftware
- Benutzeroberfläche in zehn verschiedenen Sprachen

Durchführen von potenzialfreien Messungen

Zum Durchführen von potenzialfreien Messungen werden der Kanal und die EXT TRIG-Eingänge (3 MΩ) am Oszilloskop vom Gerätegehäuse und voneinander isoliert. Dies ermöglicht unabhängige potenzialfreie Messungen mit Kanal 1, Kanal 2 und EXT TRIG (bei 4-Kanal-Modellen auch mit Kanal 3 und Kanal 4).



*** 3 MΩ Impedanz.**
NC steht für „nicht angeschlossen“.

Die Eingänge des Oszilloskops sind potenzialfrei, selbst wenn das Oszilloskop an eine geerdete Stromversorgung, einen geerdeten Drucker oder einen geerdeten Computer angeschlossen wird.

Die meisten anderen Oszilloskope verwenden denselben Massebezug für den Oszilloskopkanal und die EXT TRIG-Eingänge. Diese Referenz ist in der Regel über das Netzkabel mit der Erdung verbunden.
Bei Oszilloskopen mit Massebezug müssen bei der Durchführung von Messungen an mehreren Kanälen alle Eingangssignale über denselben Massebezug verfügen.

Ohne Differenzvorverstärker und Isolatoren für externe Signale sind massebezogene Oszilloskope für potenzialfreie Messungen ungeeignet.

Tastkopfanschluss



WARNUNG. *Um Stromschläge zu vermeiden, überschreiten Sie nicht die Nennspannungen für Messungen oder potenzialfreie Spannungen für den BNC–Eingangsstecker des Oszilloskops, die Tastkopfspitze und den Leiter des Tastkopfes (Referenz).*

Prägen Sie sich die Nennspannungen für die verwendeten Tastköpfe ein, und überschreiten Sie diese in keinem Fall. Ermitteln Sie die folgenden Nennspannungen, und halten Sie diese ein:

- Die maximale Messspannung zwischen Tastkopfspitze und BNC–Signal und dem Tastkopf–Referenzleiter
- Die maximale Messspannung von der Tastkopfspitze bzw. der Gehäuseerdung zur Erdung
- Die maximale potenzialfreie Spannung zwischen Tastkopf–Referenzleiter und Erdung



WARNUNG. *Um elektrische Schläge zu vermeiden, verwenden Sie bitte keine Spannungstastköpfe, die einen Masseanschluß benötigen, wie z.B. den Tekronix P5200 Hochspannungs–Differentialtastkopf, mit Oszilloskopen der Serie TPS2000. Der Tekronix P5200 Hochspannungs–Differentialtastkopf benötigt ein Oszilloskop mit einem Masseanschluß, die Oszilloskope der Serie TPS2000 hingegen besitzen potenzialfreie Spannungstastköpfe (isolierte Eingänge).*



WARNUNG. *Mit dem P2220–Tastkopf–Referenzleiter dürfen keine potenzialfreien Messungen über 30 V* $_{eff}$ *vorgenommen werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (für potenzialfreie Messungen bis 600 V* $_{eff}$ *CAT II bzw. 300 V* $_{eff}$ *CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen entsprechend ausgelegten Hochspannungs–Differentialtastkopf zum Durchführen von potenzialfreien Messungen über 30 V* $_{eff}$*, entsprechend den Kenndaten eines solchen Hochspannungstastkopfs.*

Diese Nennspannungen hängen vom Tastkopf und der Anwendung ab. Weitere Informationen hierzu erhalten Sie unter *Spezifikationen* auf Seite A-1.

Weitere Informationen zur Tastkopfsicherheit erhalten Sie auf Seite 1-15.

Richtiger Anschluss der Referenzleitung

Sie müssen den Tastkopf-Referenzleiter für jeden Kanal direkt am Schaltkreis anschließen. Diese Anschlüsse sind erforderlich, da die Kanäle des Oszilloskops isoliert sind und über keine gemeinsame Masseverbindung verfügen. Verwenden Sie für jeden Tastkopf einen möglichst kurzen Referenzleiter, um eine hohe Signalgenauigkeit zu gewährleisten.

Der Tastkopf-Referenzleiter stellt für den Messkreis eine höhere kapazitive Belastung als die Tastkopfspitze dar. Legen Sie beim Ausführen einer potenzialfreien Messung zwischen zwei Knoten einer Schaltung den Tastkopf-Referenzleiter an den Knoten mit der niedrigsten Impedanz bzw. den weniger dynamischen der beiden Knoten an.

BNC–Anschlüsse

Die BNC–Referenzverbindung des Oszilloskops befindet sich auf der Innenseite des BNC–Anschlusses. Das schwarze Bajonett an der Außenseite des BNC-Anschlusses enthält keine elektrischen Kontakte. Sorgen Sie dafür, dass der Tastkopf- bzw. Kabelstecker richtig eingesteckt und eingerastet ist, damit eine stabile Verbindung gewährleistet ist. Ersetzen Sie Kabel oder Tastköpfe mit abgenutzten Anschlüssen.

Nicht abgeschlossene BNC–Eingänge

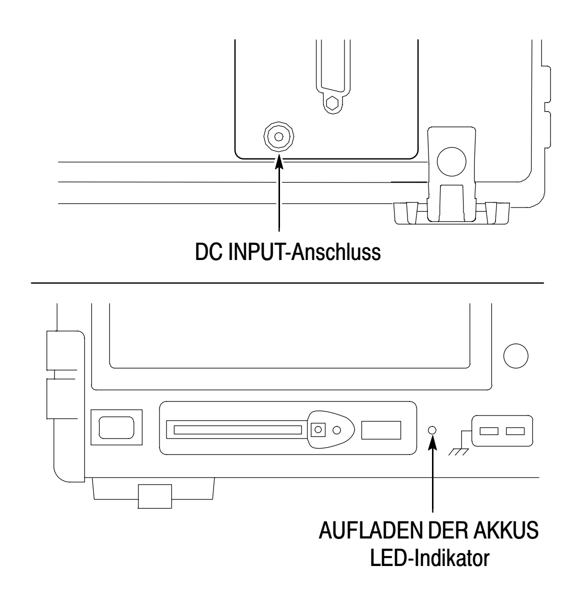
Das schwarze Bajonett an der Außenseite der BNC–Eingangsanschlüsse schirmt den Eingangsstecker nicht vor unerwünschtem elektrischem Rauschen benachbarter Schaltungen ab. Schließen Sie einen 50–Ohm–Abschluss oder einen BNC–Kurzschlussstecker an den BNC–Eingangsanschluss an, wenn Sie eine Basisbedingung „Kein Signal“ herstellen.

Installation

Sie können das Oszilloskop mit dem Netzgerät betreiben oder damit nach der Installation die Akkus aufladen. Um das Netzgerät des Oszilloskops als Stromversorgung zu nutzen, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Stecken Sie den Gleichstromstecker des Netzgeräts in den DC INPUT-Anschluss an der Rückseite des Oszilloskops ein.
2. Verbinden Sie das Netzgerät des Oszilloskops über das entsprechende Netzkabel mit einer Steckdose.

   Wenn Akkus installiert sind, wird der Aufladevorgang der Akkus von LEDs an der Vorderseite des Oszilloskops angezeigt.



HINWEIS. *Das Oszilloskop enthält einen temperatursensorischen Kühllüfter. Die Belüftung erfolgt über Schlitze seitlich und unten am Gerät. Diese Lüftungsschlitze dürfen nicht versperrt werden, um den ungehinderten Luftstrom im Oszilloskop zu gewährleisten.*

Akkus

In das Oszilloskop können zwei TPSBAT-Akkus eingesetzt werden. Im Lieferumfang des Produkts ist ein noch nicht installierter Akku enthalten. Die Betriebsdauer des Oszilloskops mit Akkus hängt vom Gerätemodell ab:

Oszilloskop	Betriebszeit
2-Kanal	5,5 Stunden bei einem Akku, 11 Stunden bei 2 Akkus
4-Kanal	4,5 Stunden bei einem Akku, 9 Stunden bei 2 Akkus

HINWEIS. *Wenn nur noch ca. 10 Minuten Betriebszeit mit den Akkus verbleiben, wird eine Meldung angezeigt.*

Einzelheiten zum Einsatz, Aufladen, Kalibrieren und Austauschen von Akkus finden Sie unter Handhabung von TPSBAT-Akkus *auf Seite 8-1. Akkus müssen beispielsweise kalibriert werden, damit die jeweils verbleibende Betriebszeit ordnungsgemäß gemeldet wird.*

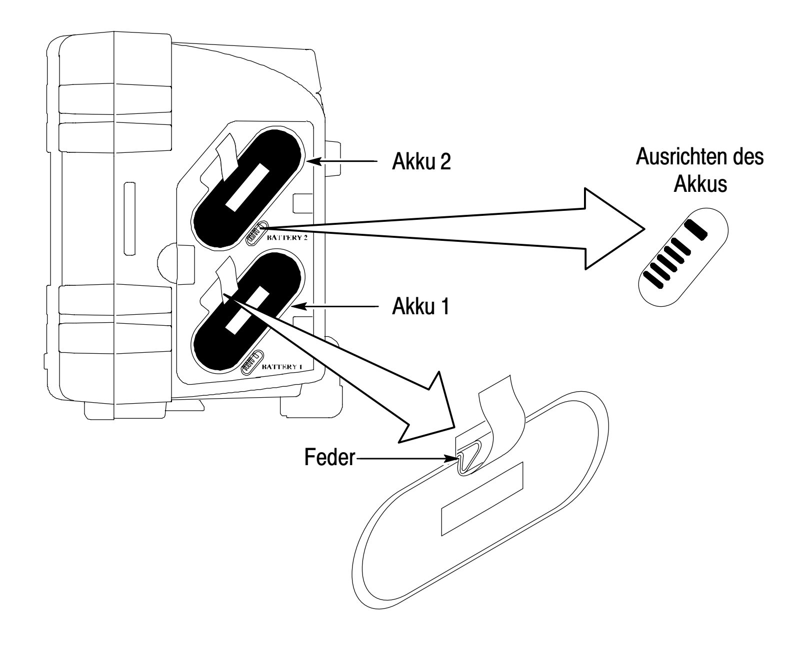
Verfahren Sie beim Einsetzen der Akkus wie folgt:

1. Drücken Sie an der rechten Seite auf die Klappenverriegelung des Batteriefachs, und öffnen Sie das Fach.

2. Setzen Sie den Akku entsprechend der Anweisung auf dem Oszilloskop ein. Akkus sind gepolt, sodass sie nur auf eine Weise eingesetzt werden können.

   Wenn nur ein Akku eingesetzt werden soll, legen Sie den Akku in das untere Fach ein. Dadurch verlagert sich der Schwerpunkt nach unten.

3. Schließen Sie die Klappe des Batteriefachs.



Um die Akkus zu entnehmen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie an der rechten Seite auf die Klappenverriegelung des Batteriefachs, und öffnen Sie das Fach.
2. Greifen Sie den Entnahmestreifen, und ziehen Sie diesen nach oben.
3. Drücken Sie die Federklemme vom Akku fort, und ziehen Sie am Entnahmestreifen, um den Akku zu entnehmen.
4. Schließen Sie die Klappe des Batteriefachs.

Aufladen von Akkus

Sie können die Akkus im Oszilloskop oder mit dem externen TPSCHG-Akkuladegerät aufladen. Siehe Seite 8-6.

Netzkabel

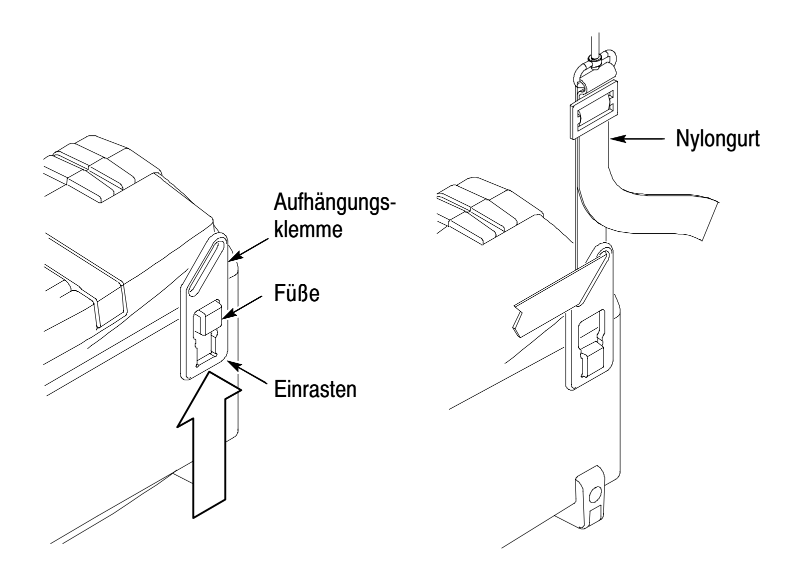
Verwenden Sie nur für das Netzgerät des Oszilloskops bzw. das externe Ladegerät vorgesehene Netzkabel. Das Netzgerät für das Oszilloskop und das externe Ladegerät benötigen 90 bis 264 VAC_{EFF}, bei 45 bis 66 Hz. Eine Liste der verfügbaren Netzkabel finden Sie auf Seite B-2.

Mehrzweckaufhängung

Verwenden Sie die Mehrzweckaufhängung, um das Oszilloskop sicher aufzuhängen, wenn eine Aufstellung auf einer stabilen Oberfläche (beispielsweise auf einem Labortisch) nicht möglich ist.

Verfahren Sie zum Anbringen der Aufhängung wie folgt:

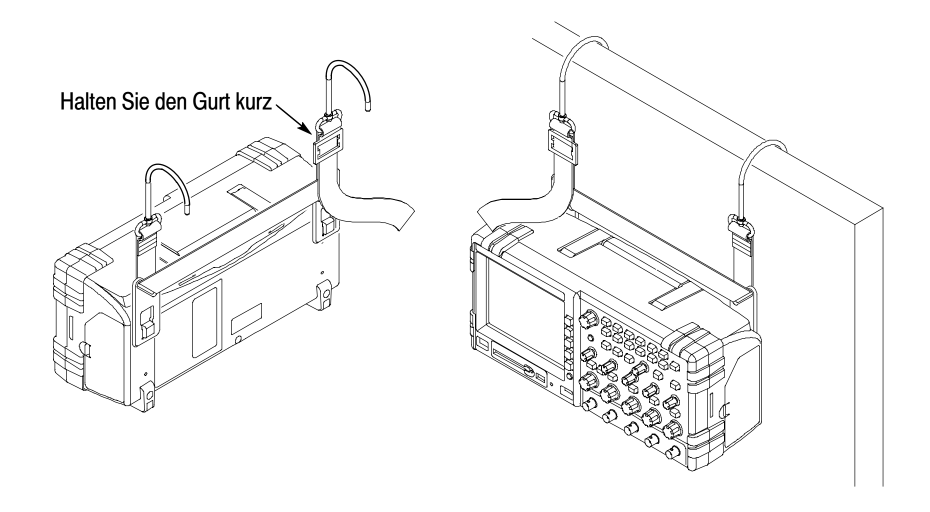
1. Platzieren Sie eine Aufhängungsklemme über einem der Füße am hinteren Teil des Gehäuses, sodass diese eng am Gehäuse anliegt. Richten Sie den Schlitz oben an der Klemme aus.
2. Drücken Sie die Klemme nach oben, um sie einzurasten.



3. Wiederholen Sie die Schritte 1 und 2 für die andere Klemme.
4. Stellen Sie die Länge des Nylongurts ein. Wenn der Gurt kurz eingestellt ist, wird das Oszilloskop während der Aufhängung stabil gehalten.

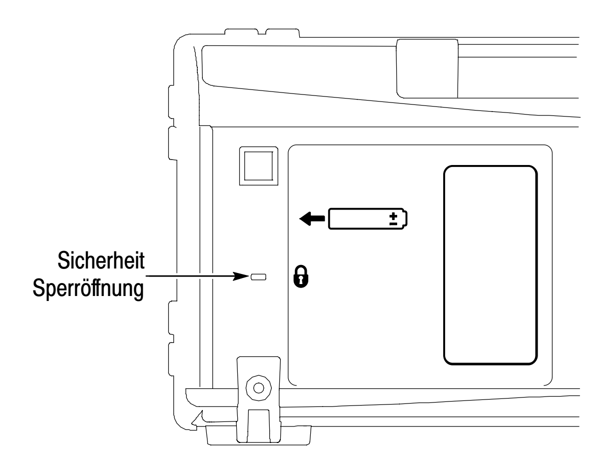
HINWEIS. *Sie können den Nylongurt durch den Griff am Oszilloskop führen, um einen stabileren Schwerpunkt zu erzielen.*

5. Hängen Sie die Haken an einer vertikalen Stütze ein, beispielsweise an einer Trennwand oder der Tür eines Gerätegestells.



Sicherheitssperre

Sichern Sie das Oszilloskop am Standort mit einem Standardsicherheitskabel für Laptops.



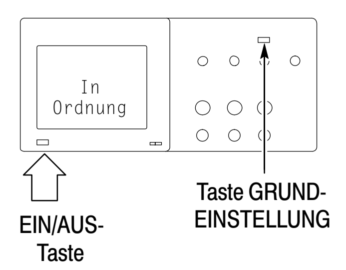
Tastköpfe

Oszilloskope der Serie TPS2000 werden mit passiven P2220–Spannungstastköpfen geliefert. Informationen zur Tastkopfsicherheit finden Sie auf Seite 1-15. Spezifikationen finden Sie in Anhang A.

Sie können eine Vielzahl von Tektronix-Spannungs- und Stromtastköpfen mit diesen Oszilloskopen verwenden. Eine Liste der kompatiblen Tastköpfe finden Sie in Anhang B und auf der Website www.Tektronix.com.

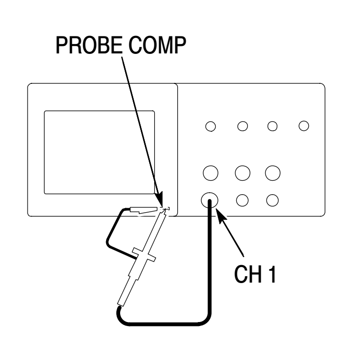
Funktionstest

Führen Sie diesen Funktionstest durch, um zu überprüfen, ob Ihr Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.



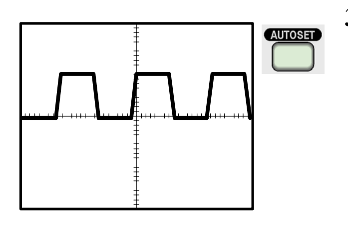
1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.

Lesen Sie die Warnung zum Tastkopf. Drücken Sie auf OK. Drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG. Die Standardeinstellung für die Spannungstastkopfdämpfung ist 10fach.



2. Stellen Sie den Schalter auf dem P2220-Tastkopf auf 10fach, und schließen Sie den Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Hierzu richten Sie den Steckplatz des Tastkopfsteckers am Gegenstück des BNC-Steckers von CH 1 aus, stecken ihn ein und drehen ihn nach rechts, bis er einrastet.

Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter an die PROBE COMP-Anschlüsse an.



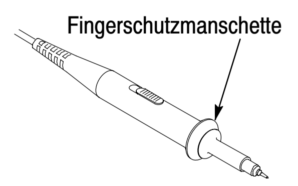
3. Drücken Sie die Taste AUTOSET. Innerhalb weniger Sekunden erscheint auf der Anzeige ein Rechtecksignal mit 5 V Spitze-zu-Spitze und 1 kHz.

Drücken Sie die Taste CH 1 MENÜ zweimal, um Kanal 1 zu entfernen. Drücken Sie die Taste CH 2 MENÜ, um Kanal 2 anzuzeigen, und wiederholen Sie Schritt 2 und 3. Bei Oszilloskopen mit 4 Kanälen wiederholen Sie das Ganze für CH 3 und CH 4.

Tastkopfsicherheit

Überprüfen und beachten Sie ggf. vor dem Einsatz von Tastköpfen die Tastkopfnennwerte.

Ein Schutz um das Gehäuse des P2220-Spannungstastkopfes herum schützt vor Stromschlag.





WARNUNG. *Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, halten Sie das Gerät immer am Tastkopfgehäuseschutz.*

Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, berühren Sie keine Metallteile des Tastkopfs, wenn der Tastkopf in Betrieb ist.

Schließen Sie den Tastkopf an das Oszilloskop an, bevor Sie den Tastkopf zum Durchführen von Messungen an den Stromkreis anschließen.

Jeder nicht gedämpfte Tastkopf, der mehr als 150 VAC an den BNC–Eingangsstecker des Oszilloskop anlegt, muss von einem Fremdanbieter zertifiziert sein, und der Tastkopf–Referenzleiter muss auf eine potenzialfreie Nennspannung von 300 V CAT II ausgelegt sein.

Informationen über isolierte Kanäle und potenzialfreie Messungen finden Sie auf Seite 1-4. Informationen zu Hochspannungen erhalten Sie auf Seite 1-5.



WARNUNG. *Mit dem P2220–Tastkopf–Referenzleiter dürfen keine potenzialfreien Messungen über 30 V $_{eff}$ vorgenommen werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (für potenzialfreie Messungen bis 600 V $_{eff}$ CAT II bzw. 300 V $_{eff}$ CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen entsprechend ausgelegten Hochspannungs–Differentialtastkopf zum Durchführen von potenzialfreien Messungen über 30 V $_{eff}$, entsprechend den Kenndaten eines solchen Hochspannungstastkopfs.*

Assistent für Spannungstastkopf-Überprüfung

Mit dem Assistenten für Tastkopfüberprüfung können Sie überprüfen, ob ein Spannungstastkopf ordnungsgemäß funktioniert. Stromtastköpfe werden vom Assistenten nicht unterstützt.

Der Assistent unterstützt Sie beim Einstellen der Kompensation für Spannungstastköpfe (in der Regel mit einer Schraube am Tastkopf oder am Tastkopfanschluss) und beim Festlegen des Dämpfungsfaktors für die einzelnen Kanäle, beispielsweise bei Verwendung der Option **CH 1 MENÜ ▶ Tastkopf ▶ Spannung ▶ Dämpfung**.

Es empfiehlt sich, den Tastkopfüberprüfungsassistenten bei jedem Anschließen eines Spannungstastkopfes an einen Eingangskanal zu verwenden.

Zum Aufrufen des Tastkopfüberprüfungsassistenten drücken Sie die Taste TASTKOPFÜBERPRÜFUNG. Wenn der Spannungstastkopf richtig angeschlossen und ordnungsgemäß kompensiert wurde und im Oszilloskopmenü VERTIKAL die richtige Dämpfungsoption eingestellt wurde, erscheint am unteren Bildschirmrand die Meldung „Erfolgreich“. Andernfalls werden Hinweise zur Behebung der aufgetretenen Probleme angezeigt.

HINWEIS. *Der Tastkopfüberprüfungsassistent kann für 1fach-, 10fach-, 20fach-, 50fach- und 100fach-Spannungstastköpfe verwendet werden. Er eignet sich jedoch nicht für 500fach- bzw. 1000fach-Tastköpfe oder Tastköpfe, die an den EXT TRIG BNC-Anschluss angeschlossen werden.*

HINWEIS. *Nach Abschluss des Vorgangs stellt der Tastkopfüberprüfungsassistent die Einstellungen des Oszilloskops (mit Ausnahme der Optionen Tastkopf und Dämpfung) in dem Zustand wieder her, in dem sie vor dem Drücken der Taste TASTKOPFÜBERPRÜFUNG vorlagen.*

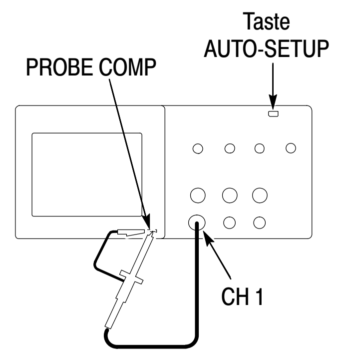
Verfahren Sie zum Kompensieren eines Tastkopfes, der mit dem EXT TRIG-Eingang verwendet werden soll, wie folgt:

1. Schließen Sie den Tastkopf an einen beliebigen BNC-Eingangskanal-Stecker an, z.B. an CH 1.
2. Drücken Sie die Taste **TASTKOPFÜBERPRÜFUNG**, und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.
3. Nachdem Sie sich davon überzeugt haben, dass der Tastkopf ordnungsgemäß funktioniert und richtig kompensiert wurde, schließen Sie ihn an den EXT TRIG.-BNC-Anschluss an.

Manuelle Spannungstastkopf-Kompensation

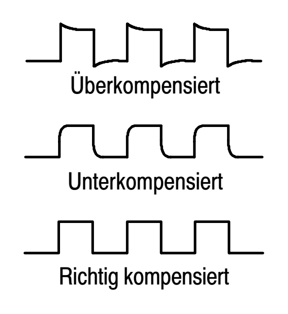
Als Alternative zur Tastkopfüberprüfung mithilfe des Assistenten können Sie diese Einstellung auch manuell vornehmen, um den Spannungstastkopf mit dem Eingangskanal abzugleichen.

HINWEIS. *Stellen Sie sicher, dass der Referenzleiter des Spannungstastkopfes ordnungsgemäß an den PROBE COMP–Referenzanschluss angeschlossen ist, da die Oszilloskopkanäle von den PROBE COMP–Anschlüssen isoliert sind.*

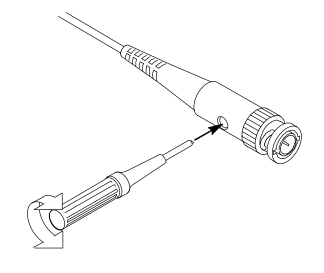


1. Drücken Sie die Taste CH 1 MENÜ, und stellen Sie die Spannungstastkopfdämpfung auf 10fach. Stellen Sie den Schalter auf dem P2220-Tastkopf auf 10fach, und schließen Sie den Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Wenn Sie die Hakenspitze des Tastkopfs verwenden, stellen Sie einen ordnungsgemäßen Anschluss sicher, indem Sie die Spitze fest auf den Tastkopf stecken.

2. Schließen Sie die Tastkopfspitze an den ~5 V/1 kHz–PROBE COMP–Stecker und den Referenzleiter an den PROBE COMP–Gehäuseanschluss an. Lassen Sie sich den Kanal anzeigen, und drücken Sie anschließend die Taste AUTO–SETUP.



3. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals.



4. Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung. Der P2220-Spannungstastkopf wird angezeigt.

   Wiederholen Sie die oben beschriebenen Vorgänge, falls erforderlich.

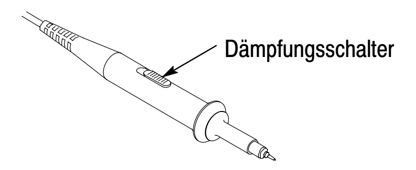
Spannungstastkopf-Dämpfungseinstellung

Spannungstastköpfe sind mit unterschiedlichen Dämpfungsfaktoren verfügbar, die sich auf die Vertikalskala des Signals auswirken. Mit dem Tastkopfüberprüfungsassistenten können Sie sicherstellen, dass der Dämpfungsfaktor im Oszilloskop der Dämpfung des Tastkopfes entspricht.

Als Alternative zur Tastkopfüberprüfung können Sie den entsprechenden Faktor für die Dämpfung des Tastkopfes auch manuell auswählen. Für den Abgleich eines an CH1 angeschlossenen Tastkopfes mit einem 10fach-Faktor greifen Sie auf die Option **CH 1 MENÜ ▸ Tastkopf ▸ Spannung ▸ Dämpfung** zu, und wählen eine 10 fache Einstellung aus.

HINWEIS. *Die Standardeinstellung der Dämpfungsoption ist 10fach.*

Wenn Sie den Dämpfungsschalter am P2220-Tastkopf verstellen, müssen Sie auch die Dämpfungsoption des Oszilloskops entsprechend ändern. Die Schaltereinstellungen lauten 1fach und 10fach.



HINWEIS. *Wird der Dämpfungsschalter auf 1fach gestellt, begrenzt der P2220-Tastkopf die Oszilloskopbandbreite auf 6 MHz. Um die volle Bandbreite des Oszilloskops nutzen zu können, vergewissern Sie sich, dass der Schalter auf 10fach gestellt ist.*

Stromtastkopf-Skalierung

An Stromtastköpfen liegt ein Spannungssignal an, das proportional zur Stromstärke ist. Sie müssen das Oszilloskop so einstellen, dass es der Skala des Stromtastkopfes entspricht. Die Standardskala ist 10 A/V.

Verfahren Sie zum Einstellen der Skala wie folgt:

1. Drücken Sie eine vertikale Kanaltaste (beispielsweise die Taste **CH 1 MENÜ**).
2. Drücken Sie die Optionstaste **Tastkopf**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Strom**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Skala**, um einen geeigneten Wert auszuwählen.

Selbstkalibrierung

Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie den Signalpfad des Oszilloskops für eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Sie können die Routine jederzeit ausführen. Sie sollten sie jedoch immer dann ausführen, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5 °C (9 °F) oder mehr geändert hat. Um die Genauigkeit der Kalibrierung zu gewährleisten, schalten Sie das Oszilloskop ein, und warten Sie ca. 20 Minuten, damit das Gerät seine Betriebstemperatur erreicht.

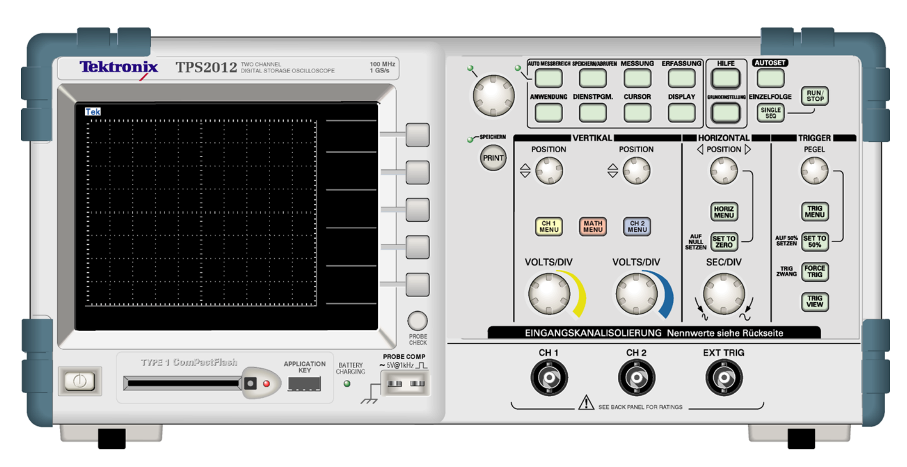
Zum Kompensieren des Signalpfades ziehen Sie sämtliche Tastköpfe und Kabel von den Eingangssteckern ab. Rufen Sie anschließend die Option **DIENSTPGM ▶ Selbst-Kalibr.** auf, und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.

Die Ausführung des Selbstkalibrierungsprogramms dauert ca. 4 Minuten.

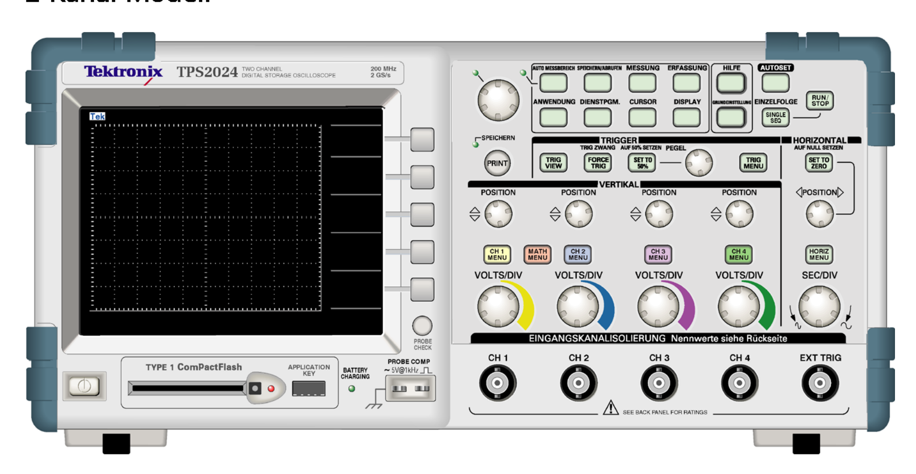
Bedienungsgrundlagen

Bedienungsgrundlagen

Die Frontplatte ist in benutzerfreundliche Funktionsbereiche unterteilt. Dieses Kapitel gibt Ihnen eine kurze Übersicht über die Bedienelemente des Oszilloskops und die auf dem Bildschirm angezeigten Informationen.



2-Kanal-Modell



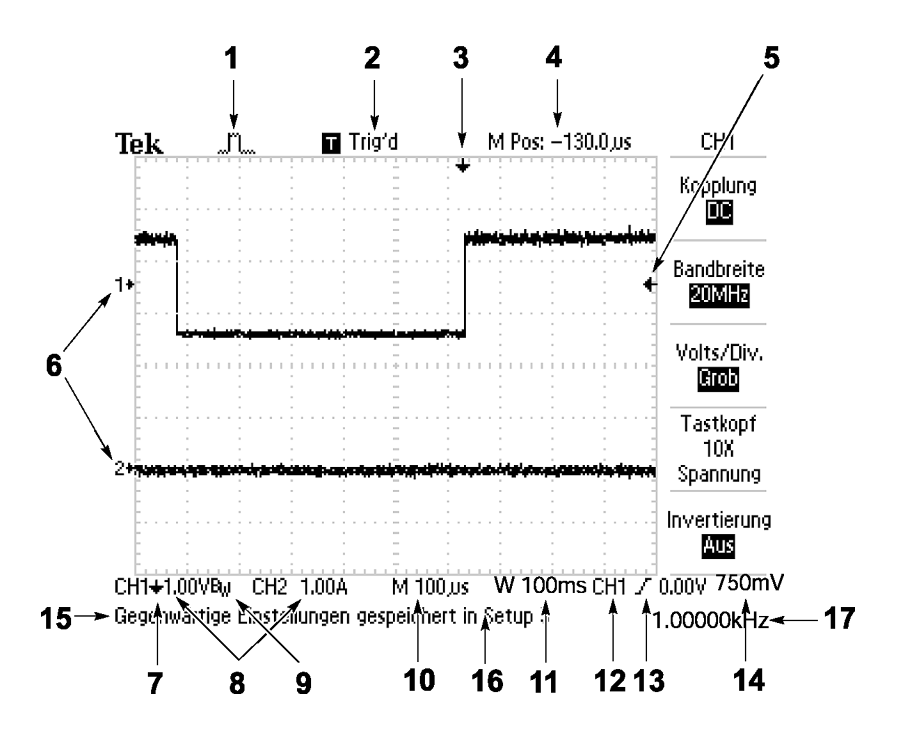
4-Kanal-Modelle

Die Tasten an der Frontplatte können an Oszilloskopen mit Farbanzeige beleuchtet werden (über das Menü Dienstprogramm). Diese Beleuchtung wirkt sich nur unwesentlich auf die Betriebsdauer der Akkus aus, wenn das Oszilloskop ausschließlich über Akkus betrieben wird.

Anzeigebereich

Zusätzlich zur Anzeige des Signals selbst enthält der Anzeigebereich eine Fülle von Details über das Signal sowie die Oszilloskopeinstellungen.

HINWEIS. *Einzelheiten zum Anzeigen der FFT-Funktion finden Sie auf Seite 5-5.*



1. Das angezeigte Symbol steht für den Erfassungsmodus.

   Abtastmodus

   Spitzenwerterfassungsmodus

   Mittelwertmodus

2. Der Triggerstatus weist auf Folgendes hin:

   Armiert. Das Oszilloskop erfasst Vortriggerdaten. In diesem Zustand werden sämtliche Trigger ignoriert.

   R **Bereit.** Alle Vortriggerdaten wurden erfasst, das Oszilloskop ist jetzt zur Triggererkennung bereit.

   T **Getriggert.** Das Oszilloskop hat einen Trigger erkannt und erfasst jetzt die Nachtriggerdaten.

   Stop. Das Oszilloskop hat die Erfassung der Signaldaten beendet.

   Erf. abgeschlossen. Das Oszilloskop hat eine Einzelfolgeerfassung abgeschlossen.

   R **Automatisch.** Das Oszilloskop arbeitet im Automatikbetrieb und erfasst Signale in Abwesenheit von Triggern.

   Abtastung. Signaldaten werden im Abtastmodus vom Oszilloskop kontinuierlich erfasst und angezeigt.

3. Der Marker zeigt die horizontale Triggerposition an. Drehen Sie den Knopf HORIZONTAL POSITION, um die Position des Markers einzustellen.

4. In der Anzeige wird der Zeitpunkt an der Rastermitte angezeigt. Die Triggerzeit ist Null.

5. Der Marker zeigt den Flankentriggerpegel oder den Impulsbreiten-Triggerpegel an.

6. Bildschirmmarkierungen zeigen die Bezugspunkte der angezeigten Signale an. Falls keine Markierung vorliegt, wird der Kanal nicht angezeigt.

7. Ein Pfeilsymbol weist darauf hin, dass das Signal invertiert wird.

8. Die vertikalen Skalenfaktoren der Kanäle werden angezeigt.

9. Das B_W-Symbol deutet darauf hin, dass die Bandbreite dieses Kanals begrenzt wurde.

10. Anzeige zeigt die Einstellung der Hauptzeitbasis an.

11. Anzeige zeigt die Fenstereinstellung der Zeitbasis an, wenn diese verwandt wird.

12. Anzeige zeigt die zur Triggerung verwendete Triggerquelle an.

13. Das Symbol steht für die jeweils ausgewählte Triggerart:

– Flankentrigger auf der steigenden Flanke.

– Flankentrigger auf der fallenden Flanke.

– Videotrigger auf der Zeilensynchronisation.

– Videotrigger auf der Halbbildsynchronisation.

– Impulsbreiten-Trigger, positive Polarität.

– Impulsbreiten-Trigger, negative Polarität.

14. Die Anzeige zeigt den Flankentriggerpegel oder den Impulsbreiten-Triggerpegel an.

15. Im Anzeigebereich erscheinen Meldungen, die Ihnen weiterhelfen sollen. Manche werden allerdings nur drei Sekunden lang angezeigt.

Wenn Sie ein gespeichertes Signal abrufen, werden Informationen zum Referenzsignal angezeigt, z.B. `RefA 1,00 V 500µs`.

16. In der Anzeige werden Datum und Uhrzeit angezeigt.

17. Die Anzeige zeigt die Triggerfrequenz an.

Meldungsbereich

Am unteren Rand des Bildschirms des Oszilloskops wird ein Meldungsbereich (Elementnummer 15 in der vorherigen Abbildung) angezeigt, in dem folgende hilfreiche Informationen ausgegeben werden:

- Anweisungen zum Aufrufen eines anderen Menüs, beispielsweise durch Drücken der Taste TRIG MENÜ:

  `TRIGGER HOLDOFF im Menü HORIZONTAL`

- Vorschläge, was Sie als Nächstes tun könnten, beispielsweise beim Drücken der Taste MESSUNG:

  `Zum Ändern der Messung Bildschirmtaste drücken`

- Informationen zu den vom Oszilloskop durchgeführten Maßnahmen, beispielsweise beim Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG:

  `Grundeinstellung abgerufen`

- Informationen zum Signal, beispielsweise beim Drücken der Taste AUTO-SETUP:

  `Rechtecksignal oder Impuls erkannt auf CH1`

Verwendung des Menüsystems

Dank der durchdachten Menüstruktur eröffnet die bedienerfreundliche Benutzeroberfläche der Oszilloskope leichten Zugriff auf Spezialfunktionen.

Wenn eine Taste auf der Frontplatte des Oszilloskops gedrückt wird, wird das entsprechende Menü auf der rechten Bildschirmseite angezeigt. Das Menü enthält die verfügbaren Optionen, die Sie durch Drücken der unbeschrifteten Optionstasten unmittelbar rechts neben dem Bildschirm aufrufen.

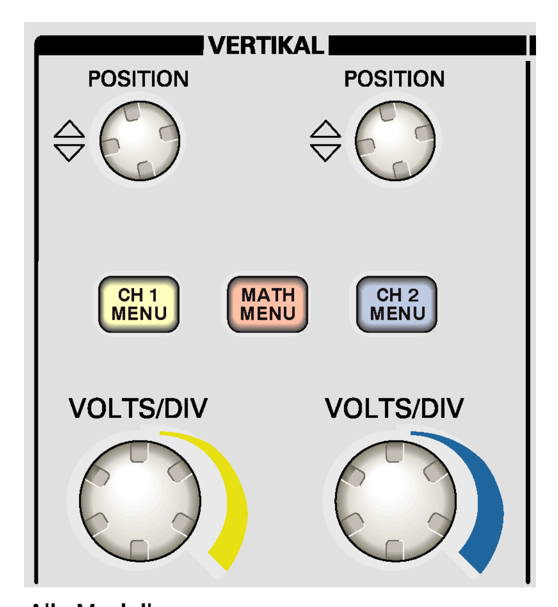
Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Anzeige der Menüoptionen auf dem Oszilloskop:

- Seitenauswahl (Untermenü): Bei einigen Menüs können Sie über die obere Optionstaste zwei oder drei Untermenüs aufrufen. Bei jedem Drücken der obersten Taste ändern sich die Optionen. Wenn Sie beispielsweise die oberste Taste im Menü TRIGGER betätigen, schaltet das Oszilloskop periodisch zwischen den Trigger-Untermenüs Flanke, Video und Impulsbreite um.
- Zyklische Liste: Der Parameter wird vom Oszilloskop jedes Mal auf einen anderen Wert eingestellt, wenn Sie die Optionstaste drücken. So können Sie beispielsweise die Taste CH 1 MENÜ und anschließend die obere Optionstaste drücken, um die Optionen für Vertikale (Kanal) Kopplung durchzuwählen.
- Aktion: Das Oszilloskop zeigt die Art von Aktion an, die durch Drücken einer Aktionstaste aufgerufen wird. Wenn beispielsweise der Hilfeindex angezeigt und die Optionstaste Seite abwärts gedrückt wird, wird vom Oszilloskop sofort die nächste Seite mit Indexeinträgen angezeigt.

- Optionstasten: Für jede Option wird ein anderes Feld auf dem Oszilloskop verwendet. Die aktuell ausgewählte Option wird markiert. Beispiel: Wenn Sie die Taste ERFASSUNG drücken, zeigt das Oszilloskop die verschiedenen Optionen des Erfassungsmodus an. Um eine Option auszuwählen, drücken Sie einfach die gewünschte Taste.

Seitenauswahl	Zyklische Liste	Aktion	Option
TRIGGER Typ Flanke	CH1 Kopplung DC	HILFE Seite aufwärts Seite abwärts	ERFASSUNG Normale Abtastung Spitzenwert Mittelwert
oder	oder		
TRIGGER Typ Video	CH1 Kopplung AC		
oder	oder		
TRIGGER Typ Impuls	CH1 Kopplung Ground		

Vertikale Bedienelemente



Alle Modelle

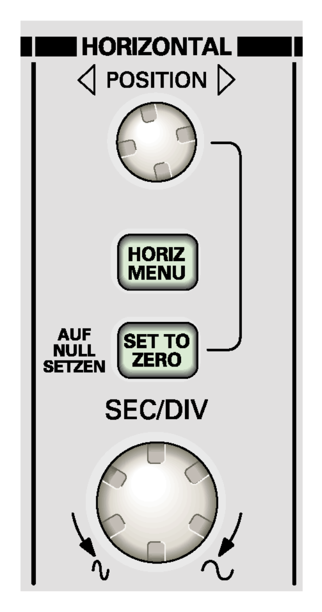
POSITION (CH 1, CH 2, CH 3 und CH 4). Positioniert ein Signal vertikal.

CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4 MENÜ. Zeigt die Auswahl im vertikalen Menü an und schaltet die Anzeige des Kanalsignals ein und aus.

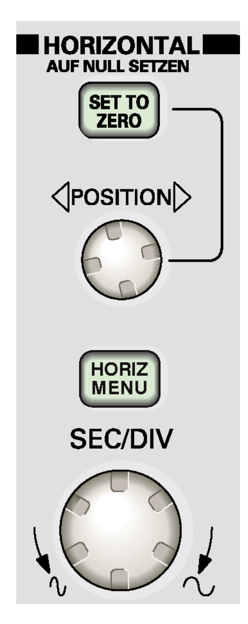
VOLTS/DIV (CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4). Dient zur Auswahl der kalibrierten Skalenfaktoren.

MENÜ MATH. Ruft das Menü für Signalberechnungsoperationen auf und blendet die Anzeige des berechneten Signals ein oder aus.

Horizontale Bedienelemente




2-Kanal-Modell



4-Kanal-Modelle

POSITION. Dient zur Einstellung der horizontalen Position aller Kanäle und berechneten Signale. Die Auflösung dieses Bedienelementes variiert je nach Zeitbasiseinstellung. Zu Informationen über Fenster siehe Seite 9-23.

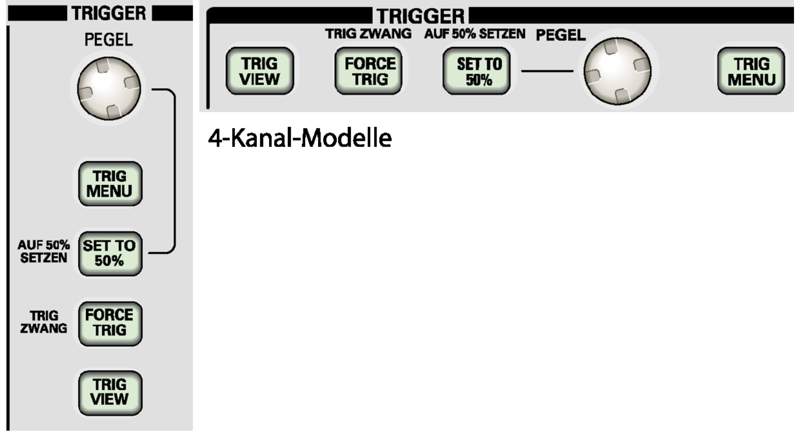
HINWEIS. *Um die horizontale Position stark zu verändern, drehen Sie den SEC/DIV-Knopf auf einen größeren Wert, ändern die horizontale Position und drehen den SEC/DIV-Knopf anschließend wieder auf den vorherigen Wert zurück.*

MENÜ HORIZ. Ruft das horizontale Menü auf.

AUF NULL SETZEN. Setzt die Horizontalposition auf Null.

SEC/DIV. Dient zur Auswahl der horizontalen Zeit/div (Skalenfaktor) für die Haupt- oder Fensterzeitbasis. Wenn der Zoombereich aktiviert ist, wird die Breite des Zoombereichs durch Änderung der Fensterzeitbasis geändert. Hinweise zum Erstellen und Verwenden des Zoombereichs finden Sie auf Seite 9-23.

Trigger-Bedienelemente



PEGEL. Bei Verwendung eines Flanken- oder Impulstriggers wird mit dem Drehknopf PEGEL die Amplitude festgelegt, die vom Signal für die Erfassung einer Kurve durchlaufen werden muss.

MENÜ TRIG. Ruft das Triggermenü auf.

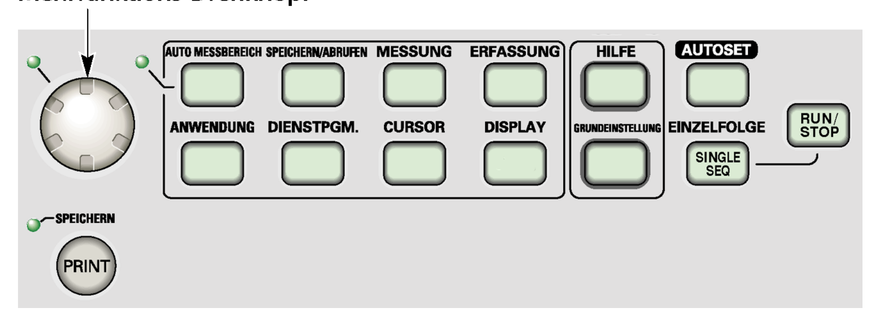
AUF 50 % SETZEN. Der Triggerpegel wird auf den vertikalen Mittelpunkt zwischen den Spitzenwerten des Triggersignals gesetzt.

TRIG ZWANG. Schließt die Erfassung ab, ganz gleich ob ein adäquates Triggersignal vorliegt oder nicht. Wenn die Erfassung bereits angehalten wurde, hat diese Taste keinerlei Auswirkungen.

TRIG ANZEIGE. Wenn Sie die Taste TRIG ANZEIGE gedrückt halten, wird statt des Kanalsignals das Triggersignal angezeigt. So können Sie beispielsweise feststellen, wie sich die Triggereinstellungen bei Triggerkopplung auf das Triggersignal auswirken.

Menü- und Steuerungstasten

Mehrfunktions-Drehknopf



Ausführliche Informationen über Menü- und Tastensteuerungen finden Sie im Kapitel *Referenz*.

Mehrfunktions-Drehknopf. Die Funktion wird durch das angezeigte Menü oder über die ausgewählte Menüoption bestimmt. Bei Aktivität leuchtet die benachbarte LED.

Aktives Menü oder aktive Option	Drehknopf-funktion	Beschreibung
Cursor	Cursor 1 oder Cursor 2	Positioniert den ausgewählten Cursor
Anzeige	Kontrast anpassen	Ändert den Kontrast der Anzeige.
	Helligkeit anpassen	Ändert die Helligkeit der Anzeige.
Hilfe	Bildlauf	Wählt Einträge im Index aus; wählt Links in einem Thema aus; ruft die nächste oder vorhergehende Seite eines Themas auf.
Horizontal	Holdoff	Dient zur Einstellung der Zeit vor der Erkennung eines weiteren Triggereignisses. Siehe auch *Holdoff* auf Seite 9-46
Mathematik	Position	Positioniert das berechnete Signal.
	Vertikale Skala	Ändert die Skala des berechneten Signals.
Speichern/Abrufen	Datei auswählen	Wählt Setup- oder Signaldateien zum Speichern oder Abrufen aus.

Aktives Menü oder aktive Option	Drehknopf-funktion	Beschreibung
Trigger	Video-Zeilen-nummer	Dient zur Einstellung einer bestimmten Zeilennummer auf dem Oszilloskop, wenn die Triggerart auf Video und die Synchronisation auf Zeilennummer gestellt wurde.
	Impulsbreite	Dient zur Einstellung der Impuls-breite, wenn die Triggerart auf Impuls gesetzt ist.
Dienstprogramm ▸ Dateihilfsprogramme	Datei auswählen	Wählt Dateien zum Umbenennen oder Löschen aus; siehe Seite 9-49.
	Namens-eingabe	Benennt die Datei oder das Verzeichnis um; siehe Seite 9-49.
Dienstprogramm ▸ Optionen ▸ Datum und Uhrzeit einstellen	Werteingabe	Legt den Wert für Datum bzw. Uhrzeit fest; siehe Seite 9-48.

BEREICH. Zeigt das Menü Bereich an und aktiviert bzw. deaktiviert die Funktion zur automatischen Bereichseinstellung. Wenn die automatische Bereichseinstellung aktiv ist, leuchtet die benachbarte LED.

SPEICHERN/ABRUFEN. Ruft das Menü Speichern/Abrufen für Einstellungen und Signale auf.

MESSUNG. Ruft das Menü für automatische Messungen auf.

ERFASSUNG. Ruft das Menü Erfassung auf.

ANWENDUNG. Zeigt ein Menü an, wenn ein Anwendungsschlüssel an der Vorderseite des Oszilloskops installiert wurde, beispielsweise das Menü Leistungsanalyse.

DIENSTPGM. Ruft das Menü Dienstprogramm auf.

CURSOR. Ruft das Menü Cursor auf. Die Cursor werden auch nach Verlassen des Cursor-Menüs angezeigt (es sei denn, die Cursor-Option wurde auf AUS gestellt), lassen sich aber nicht einstellen.

DISPLAY. Ruft das Menü Display auf.

HILFE. Ruft das Menü Hilfe auf.

GRUNDEINSTELLUNG. Ruft die werkseitige Einstellung ab.

AUTO-SETUP. Das Oszilloskop wird automatisch so eingestellt, dass eine verwertbare Anzeige der Eingangssignale stattfindet.

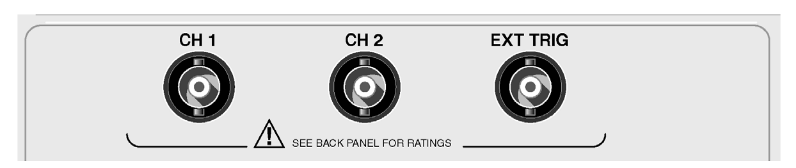
EINZELFOLGE. Das Oszilloskop erfasst eine Einzelfolge und hält dann an.

RUN/STOP. Das Oszilloskop erfasst Signaldaten kontinuierlich oder hält die Erfassung an.

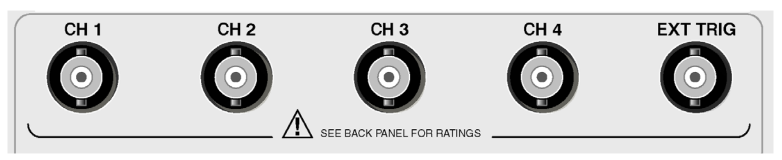
DRUCKEN. Startet Druckvorgänge über den Centronics- bzw. den RS-232-Anschluss oder führt die Funktion SPEICHERN für den entnehmbaren Massenspeicher aus.

SPEICHERN. Eine LED gibt an, wenn die Taste DRUCKEN so konfiguriert ist, dass Daten auf der CompactFlash-Karte gespeichert werden.

Eingangsstecker



2-Kanal-Modell

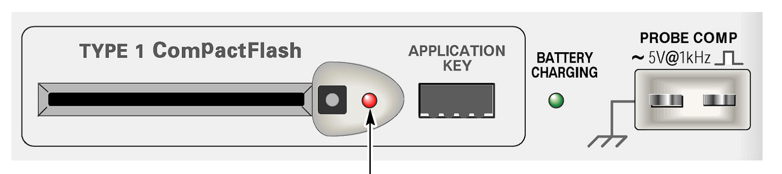


4-Kanal-Modelle

CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4. Eingangsstecker zur Anzeige von Signalen.

EXT TRIG. Eingangsstecker für eine externe Triggerquelle. Verwenden Sie das Triggermenü, um die Triggerquelle Ext, Ext/5 oder Ext/10 auszuwählen. Halten Sie die Taste TRIG ANZEIGE gedrückt, um feststellen, wie sich die Triggereinstellungen z.B. bei Triggerkopplung auf das Triggersignal auswirken.

Sonstige Elemente auf der Frontplatte



Leuchtet beim Speichern von Daten bzw. beim Abrufen von Daten von einer CompactFlash-Karte.

TYPE 1 ComPactFlash (CompactFlash-Karte vom TYP 1). Einlegen einer CompactFlash-Karte (CF-Karte) für den entnehmbaren Speicher. Beim Speichern von Daten bzw. beim Abrufen von Daten von einer CompactFlash-Karte leuchtet die benachbarte LED. Warten Sie ab, bis die LED verlischt, wenn Sie die Karte entnehmen möchten.

APPLICATION KEY (ANWENDUNGSSCHLÜSSEL). Legen Sie einen Anwendungsschlüssel ein, um eine optionale Anwendung zu aktivieren, beispielsweise die Leistungsanalyse.

BATTERY CHARGING (AUFLADEN DER AKKUS). Eine LED gibt an, wenn eingesetzte Akkus im Oszilloskop geladen werden.

PROBE COMP. Ausgang und Gehäusereferenz für die Spannungstastkopf–Kompensation. Wird verwendet, um den Spannungstastkopf mit der Eingangsschaltung des Oszilloskops abzugleichen. Siehe Seite 1-17.

Der Referenzleiter für die Tastkopfkompensation ist an die Erdung angeschlossen und fungiert beim Betrieb des Oszilloskops mit dem Netzgerät als Erdungsklemme. Siehe Seite 1-4.



VORSICHT. *Schließen Sie bei Verwendung des Netzgeräts keine Spannungsquelle an freiliegende Metallteile an, da dadurch das Oszilloskop und der Prüfaufbau beschädigt werden können.*

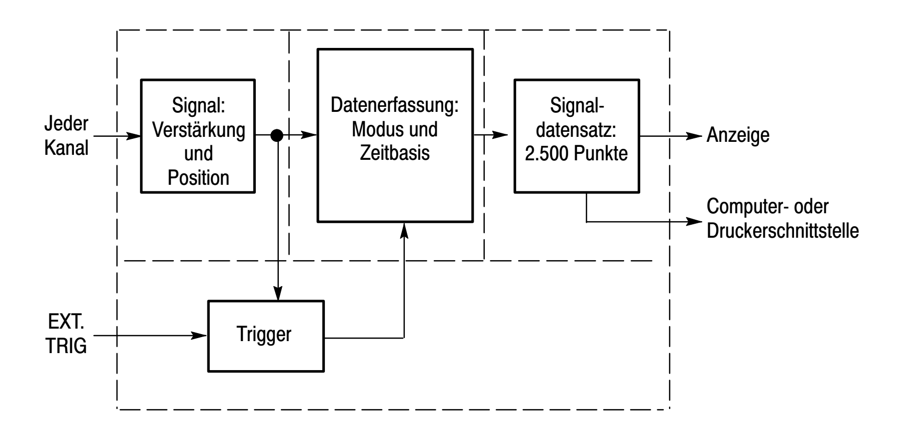
Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen

Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen

In diesem Kapitel werden die allgemeinen Grundlagen erläutert, die Sie vor der Verwendung eines Oszilloskops kennen sollten. Zur effizienten Bedienung des Oszilloskops müssen Sie sich mit den folgenden Funktionen vertraut machen:

- Einstellung des Oszilloskops
- Triggerung
- Signalerfassung
- Skalierung und Positionierung von Signalen
- Messung von Signalen

Die Abbildung unten zeigt ein Blockschaltbild der verschiedenen Oszilloskopfunktionen und deren Bezug zueinander.



Einstellung des Oszilloskops

Machen Sie sich zunächst mit den unterschiedlichen Funktionen vertraut, die Sie bei der Bedienung des Oszilloskops sicherlich am häufigsten brauchen: Auto-Setup, automatische Bereichseinstellung, Speichern und Abrufen eines Setups.

Die Funktion Auto-Setup

Die Funktionen werden einmalig durch Drücken der Taste AUTO-SETUP aktiviert. Die Funktion wird verwendet, um ein stabiles Signal anzuzeigen. Hierbei werden die vertikale und horizontale Skalierung sowie die Trigger automatisch eingestellt. Beim Auto-Setup werden je nach Signalart auch einige automatische Messungen im Rasterbereich angezeigt.

Verwenden der automatischen Bereichseinstellung

Die automatische Bereichseinstellung ist eine kontinuierliche Funktion, die aktiviert und deaktiviert werden kann. Mit der Funktion werden Einstellungswerte zum Verfolgen eines Signals eingestellt, wenn dieses große Änderungen aufweist oder wenn der Tastkopf physisch an einen anderen Punkt verschoben wird.

Speichern eines Setups

Das aktuelle Setup wird vom Oszilloskop gespeichert, wenn Sie nach der letzten Änderung vor dem Ausschalten des Gerätes fünf Sekunden lang warten. Wenn Sie das Oszilloskop das nächste Mal einschalten, wird dieses Setup abgerufen.

Im Menü SPEICHERN/ABRUFEN können Sie bis zu zehn verschiedene Setups dauerhaft abspeichern.

Sie können Setups auch auf der CompactFlash-Karte speichern. Das Oszilloskop enthält einen entnehmbaren Massenspeicher in Form einer CompactFlash-Karte vom Typ 1. Siehe Seite 7-1.

Abrufen eines Setups

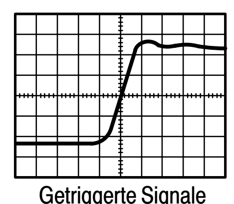
Das Oszilloskop kann das vor dem Ausschalten des Geräts zuletzt verwendete Setup, beliebige gespeicherte Setups oder die Grundeinstellung abrufen. Siehe Seite 9-28.

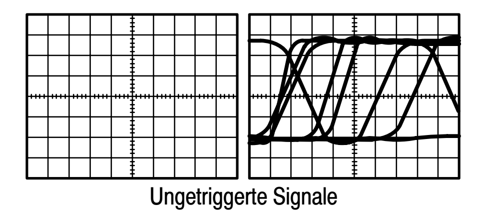
Grundeinstellung

Bei der Lieferung ab Werk ist das Oszilloskop auf normalen Betrieb eingestellt. Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung.
Zum Abrufen dieser Einstellung drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG. Hinweise zur Anzeige der Grundeinstellungen finden Sie in *Anhang D: Grundeinstellung*.

Triggerung

Über den Trigger wird festgelegt, wann das Oszilloskop mit der Datenerfassung und Signalanzeige beginnt. Bei richtiger Einstellung des Triggers wandelt das Oszilloskop instabile Anzeigen oder leere Bildschirme in sinnvolle Signale um.


Getriggerte Signale


Ungetriggerte Signale

Oszilloskop-spezifische Beschreibungen finden Sie auf Seite 2-10 im Kapitel *Bedienungsgrundlagen* und auf Seite 9-36 im Kapitel *Referenz.*

Wenn Sie die Taste RUN/STOP oder die Taste EINZELFOLGE drücken, um die Erfassung zu starten, geschieht auf dem Oszilloskop Folgendes:

1. Es werden genügend Daten erfasst, um den Teil der Signalaufzeichnung links vom Triggerpunkt auszufüllen. Dies wird als Vortrigger bezeichnet.
2. Es werden fortlaufend Daten erfasst, während das Oszilloskop auf das Auftreten der Triggerbedingung wartet.
3. Die Triggerbedingung wird erkannt.
4. Es werden weiterhin Daten erfasst, bis die Signalaufzeichnung abgeschlossen ist.
5. Das neu erfasste Signal wird angezeigt.

HINWEIS. *Beim Flankentrigger und Impulstrigger zählt das Oszilloskop die Rate, mit der Triggerereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen, und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.*

Quelle

Die Option Triggerquelle wird benutzt, um das Signal auszuwählen, das das Oszilloskop als Trigger verwendet. Die Quelle kann ein beliebiges Signal sein, das über den Kanal-BNC-Stecker oder den EXT TRIG BNC-Stecker eingespeist wird.

Arten

Das Oszilloskop verfügt über drei Triggerarten: Flanke, Video und Impulsbreite.

Modi

Sie können den Triggermodus Auto oder Normal auswählen, um festzulegen, wie Daten vom Oszilloskop erfasst werden, wenn keine Triggerbedingung erkannt wird. Siehe Seite 9-38.

Zur Durchführung einer Einzelfolgeerfassung drücken Sie die Taste EINZELFOLGE.

Kopplung

Mit der Option Triggerkopplung können Sie bestimmen, welcher Signalteil zur Triggerschaltung geleitet werden soll. Auf diese Weise lässt sich das Signal stabiler anzeigen.

Zur Verwendung der Triggerkopplung drücken Sie die Taste TRIG MENÜ und wählen einen Flanken- oder Impulstrigger sowie eine Kopplungsoption aus.

HINWEIS. *Die Triggerkopplung betrifft nur das Signal, das ins Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.*

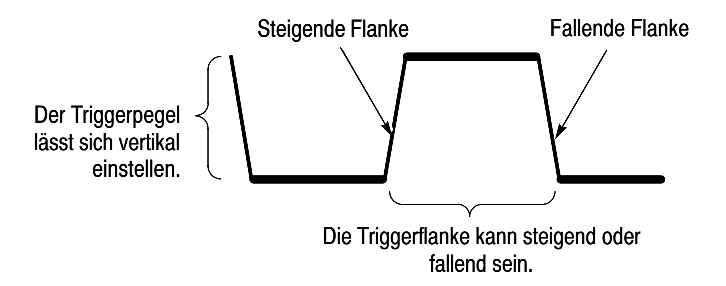
Um das konditionierte Signal anzuzeigen, das zur Triggerschaltung geleitet wird, halten Sie die Taste TRIG VIEW gedrückt.

Position

Durch Einstellung der horizontalen Position wird die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte festgesetzt. Nähere Informationen über diese Einstellung zur Triggerpositionierung finden Sie unter *Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen* auf Seite 3-8.

Flanke und Pegel

Die Bedienelemente Flanke und Pegel helfen bei der Triggerdefinition. Mit der Option Flanke (nur bei Flankentriggern verfügbar) wird festgelegt, ob der Triggerpunkt auf der steigenden oder abfallenden Flanke liegen soll. Über den Drehknopf TRIGGER-PEGEL wird eingestellt, wo der Triggerpunkt auf der Flanke erscheint.



Signalerfassung

Bei der Signalerfassung wird das Signal vom Oszilloskop digitalisiert und als Kurvenzug angezeigt. Im Erfassungsmodus ist festgelegt, auf welche Weise das Signal digitalisiert wird. Die Einstellung der Zeitbasis beeinflusst die Zeitdauer und Detailgenauigkeit der Erfassung.

Erfassungsmodi

Es gibt drei Erfassungsmodi: Sample (Abtasten), Pk Detect (Spitzenwert) und Mittelwert.

Abtasten (Sample). Bei diesem Erfassungsmodus wird das Signal vom Oszilloskop in regelmäßigen Zeitabständen abgetastet und als Kurvenzug dargestellt. In diesem Modus werden Signale meistens sehr präzise wiedergegeben.

In diesem Modus werden jedoch keine schnellen Signalschwankungen erfasst, die zwischen den einzelnen Abtastungen auftreten können. Dies kann zu Aliasing führen (nähere Erläuterungen siehe Seite 3-9), sodass schmale Impulse möglicherweise nicht vom Oszilloskop erfasst werden. In diesem Fall sollten Sie den Spitzenwerterfassungsmodus zur Erfassung der Daten verwenden.

Spitzenwerterfassung (Pk Detect). Bei diesem Erfassungsmodus zeichnet das Oszilloskop die höchsten und niedrigsten Werte des Eingangssignals in jedem Abtastintervall auf und stellt sie als Kurvenzug dar. Auf diese Weise kann das Oszilloskop schmale Impulse erfassen und anzeigen, die im Abtastmodus womöglich gar nicht entdeckt worden wären. Störrauschen tritt in diesem Modus stärker in Erscheinung.

Mittelwert. In diesem Modus erfasst das Oszilloskop mehrere Signale, bildet daraus einen Mittelwert und zeigt das daraus resultierende Signal an. In diesem Modus lässt sich unkorreliertes Rauschen reduzieren.

Zeitbasis

Das Oszilloskop digitalisiert Signale, indem es den Wert eines Eingangssignals an einzelnen Punkten erfasst. Anhand der Zeitbasis lässt sich festlegen, wie oft die Werte digitalisiert werden.

Zur Einstellung der Zeitbasis auf eine für Ihre Zwecke geeignete Horizontalskala verwenden Sie den Drehknopf SEC/DIV.

Skalierung und Positionierung von Signalen

Sie können die Anzeige von Signalen ändern, indem Sie deren Skalierung und Position ändern. Wenn Sie die Skalierung ändern, wird das Signal größer oder kleiner angezeigt. Wenn Sie die Position ändern, wird das Signal nach oben, unten, rechts oder links verschoben.

Anhand der Kanalreferenzanzeige im linken Teil des Rasters wird jedes Signal auf der Anzeige identifiziert. Die Anzeige zeigt auf den Referenzpegel der Signalaufzeichnung.

Zur Ansicht des Anzeigebereichs und der Messwerte siehe Seite 2-2.

Vertikalskala und Position

Sie können die vertikale Position von Signalen ändern, indem Sie die Signale in der Anzeige nach oben oder unten verschieben. Zum Datenvergleich können zwei Signale oberhalb voneinander bzw. übereinander dargestellt werden.

Sie können die Vertikalskala eines Signals verändern. Dabei wird die Signalanzeige bezüglich des Referenzpegels reduziert bzw. erweitert.

Oszilloskop-spezifische Beschreibungen finden Sie auf Seite 2-8 im Kapitel *Bedienungsgrundlagen* und auf Seite 9-52 im Kapitel *Referenz*.

Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen

Über den Drehknopf HORIZONTAL POSITION lässt sich einstellen, ob Signaldaten vor oder nach dem Trigger bzw. an beliebigen dazwischen liegenden Stellen angezeigt werden. Wenn Sie die horizontale Position eines Signals ändern, ändern Sie eigentlich die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte. (Dadurch erscheint das Signal auf der Anzeige nach rechts oder links verschoben.)

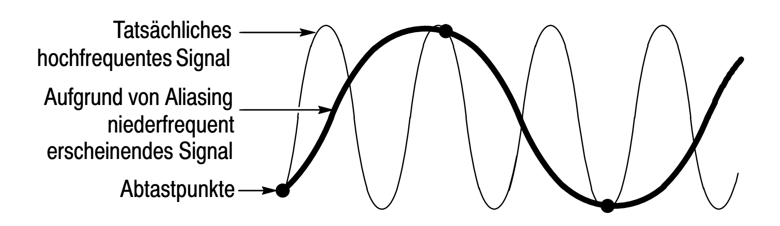
Beispiel: Sie wollen die Ursache für einen Glitch in Ihrem Prüfaufbau ermitteln. Hierzu könnten Sie auf den Glitch triggern und den Vortrigger-Zeitraum vergrößern, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Anschließend analysieren Sie die Vortriggerdaten und kommen den Ursachen für den Glitch so womöglich auf die Spur.

Durch Drehen des SEC/DIV-Knopfes ändern Sie die Horizontalskala aller Signale. Beispiel: Sie wollen nur einen einzigen Zyklus eines Signals anzeigen, um das Überschwingen auf der steigenden Flanke zu messen.

Das Oszilloskop zeigt die Horizontalskala als Zeit pro Skalenteil in der Skalenanzeige an. Da alle aktiven Signale dieselbe Zeitbasis verwenden, zeigt das Oszilloskop nur einen Wert für alle aktiven Kanäle an, es sei denn, Sie verwenden den Zoombereich. Für Informationen zur Verwendung der Fensterfunktion siehe Seite 9-23.

Oszilloskop-spezifische Beschreibungen finden Sie auf Seite 2-9 im Kapitel *Bedienungsgrundlagen* und auf Seite 9-21 im Kapitel *Referenz*.

Zeitbereichs-Aliasing. Aliasing tritt dann auf, wenn das Oszilloskop das Signal nicht schnell genug abtastet, um eine genaue Signalaufzeichnung darzustellen. In diesem Fall zeigt das Oszilloskop ein Signal mit einer niedrigeren Frequenz an als das tatsächliche Eingangssignal oder stellt trotz Triggerung ein instabiles Signal dar.



Das Oszilloskop stellt Signale präzise dar, wird jedoch durch die Bandbreite des Tastkopfs, die Bandbreite des Oszilloskops sowie die Abtastrate eingeschränkt. Zur Vermeidung von Aliasing muss das Oszilloskop das Signal mehr als doppelt so schnell abtasten wie die höchste Frequenzkomponente des Signals.

Die höchste Frequenz, die die Oszilloskop-Abtastrate theoretisch darstellen kann, wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Die Abtastrate wird als Nyquist-Rate bezeichnet und beträgt das Doppelte der Nyquist-Frequenz.

Oszilloskope mit 100 MHz Bandbreite verfügen über eine Abtastrate von bis zu 1 GS/s. Oszilloskop-Modelle mit 200 MHz Bandbreite erfassen Signale mit bis zu 2 GS/s. In beiden Fällen betragen diese maximalen Abtastraten mindestens das Zehnfache der Bandbreite. Dank dieser hohen Abtastraten wird die Möglichkeit für Aliasing deutlich verringert.

Es gibt verschiedene Verfahren, um Aliasing zu erkennen:

- Drehen Sie den Knopf SEC/DIV, um die Horizontalskala zu verändern. Wenn die Signalform sich drastisch verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wählen Sie den Spitzenwerterfassungsmodus aus (eine Beschreibung finden Sie auf Seite 3-7). Bei diesem Modus werden die höchsten und niedrigsten Werte erfasst, sodass das Oszilloskop schnellere Signale erkennen kann. Wenn die Signalform sich drastisch verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.

- Wenn die Triggerfrequenz höher ist als die Daten auf der Anzeige, liegt womöglich Aliasing oder ein Signal vor, das den Triggerpegel mehrfach schneidet. Durch eine Analyse des Signals können Sie feststellen, ob die Signalform eine einzelne Triggerdurchschreitung pro Zyklus auf dem ausgewählten Triggerpegel zulässt. Ist das Auftreten mehrfacher Trigger wahrscheinlich, dann wählen Sie einen Triggerpegel aus, der nur einen einzigen Trigger pro Zyklus erzeugt. Wenn die Triggerfrequenz nach wie vor höher ist als vom Display angezeigt, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.

  Ist die Triggerfrequenz dagegen langsamer, ist dieser Test nicht sinnvoll.

- Wenn das angezeigte Signal auch die Triggerquelle ist, verwenden Sie das Raster oder die Cursor, um die Frequenz des angezeigten Signals zu schätzen. Vergleichen Sie diese Frequenz mit der in der unteren rechten Bildschirmecke angezeigten Triggerfrequenz. Falls sie sich um einen großen Betrag voneinander unterscheiden, liegt wahrscheinlich Aliasing vor.

In der folgenden Tabelle sind die Zeitbasiseinstellungen aufgeführt, die zur Vermeidung von Aliasing bei verschiedenen Frequenzen und der entsprechenden Abtastrate festgelegt werden sollten. Bei der schnellsten SEC/DIV-Einstellung tritt Aliasing aufgrund der Bandbreitenbegrenzungen der Eingangsverstärker des Oszilloskops wahrscheinlich nicht auf.

Einstellungen zur Vermeidung von Aliasing im Abtastmodus

Zeitbasis (SEC/DIV)	Samples pro Sekunde	Maximale Frequenz-komponente
2,5 ns	2 GS/s	200,0 MHz**
5,0 bis 250,0 ns	1 GS/s oder 2 GS/s*	200,0 MHz**
500,0 ns	500,0 MS/s	200,0 MHz**
1,0 μs	250,0 MS/s	125,0 MHz**
2,5 μs	100,0 MS/s	50,0 MHz**
5,0 μs	50,0 MS/s	25,0 MHz**
10,0 μs	25,0 MS/s	12,5 MHz**
25,0 μs	10,0 MS/s	5,0 MHz
50,0 μs	5,0 MS/s	2,5 MHz
100,0 μs	2,5 MS/s	1,25 MHz
250,0 μs	1,0 MS/s	500,0 kHz
500,0 μs	500,0 kS/s	250,0 kHz

*** Je nach Oszilloskopmodell.**

**** Bei einem auf 1fach eingestellten P2220-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.**

Einstellungen zur Vermeidung von Aliasing im Abtastmodus (Fortsetzung)

Zeitbasis (SEC/DIV)	Samples pro Sekunde	Maximale Frequenz-komponente
1,0 ms	250,0 kS/s	125,0 kHz
2,5 ms	100,0 kS/s	50,0 kHz
5,0 ms	50,0 kS/s	25,0 kHz
10,0 ms	25,0 kS/s	12,5 kHz
25,0 ms	10,0 kS/s	5,0 kHz
50,0 ms	5,0 kS/s	2,5 kHz
100,0 ms	2,5 kS/s	1,25 kHz
250,0 ms	1,0 kS/s	500,0 Hz
500,0 ms	500,0 S/s	250,0 Hz
1,0 s	250,0 S/s	125,0 Hz
2,5 s	100,0 S/s	50,0 Hz
5,0 s	50,0 S/s	25,0 Hz
10,0 s	25,0 S/s	12,5 Hz
25,0 s	10,0 S/s	5,0 Hz
50,0 s	5,0 S/s	2,5 Hz

Durchführen von Messungen

Das Oszilloskop stellt Signale als Spannung über der Zeit dar und hilft Ihnen beim Messen des angezeigten Signals.

Messungen können auf verschiedene Arten vorgenommen werden. Hierzu kann das Raster, die Cursor oder eine automatische Messung eingesetzt werden.

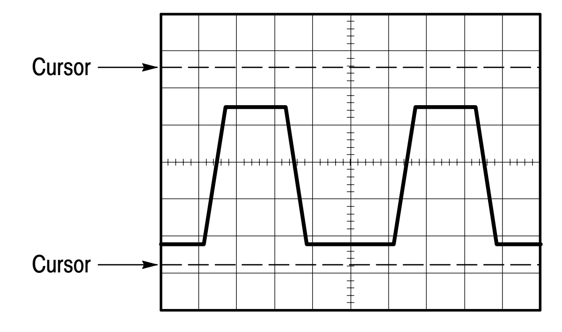
Raster

Mit dieser Methode können Sie eine schnelle visuelle Schätzung vornehmen. Sie können sich beispielsweise die Amplitude eines Signals ansehen und feststellen, dass sie knapp über 100 mV liegt.

Sie können einfache Messungen vornehmen, indem Sie die größten und kleinsten betroffenen Rasterteilungen abzählen und mit dem Skalenfaktor multiplizieren.

Wenn beispielsweise fünf größere vertikale Rasterteilungen zwischen dem Mindest- und Höchstwert eines Signals liegen und der Skalenfaktor 100 mV pro Skalenteil beträgt, können Sie die Spitze-Spitze-Spannung ganz einfach wie folgt berechnen:

5 Skalenteile x 100 mV/Skalenteil = 500 mV.



Cursor

Bei diesem Verfahren werden Messungen durch Verschieben der Cursor vorgenommen, die immer paarweise auftreten. Die numerischen Cursor-Werte lassen sich dabei auf der Messwertanzeige abgelesen. Man unterscheidet zwei Cursor-Arten: Amplitude und Zeit.

Achten Sie bei Verwendung der Cursor darauf, die Quelle auf das am Bildschirm angezeigte Signal einzustellen, das gemessen werden soll.

Zur Aktivierung der Cursor drücken Sie die Taste CURSOR.

Amplituden-Cursor. Amplituden-Cursor erscheinen als horizontale Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der vertikalen Parameter. Amplituden werden in Bezug auf den Referenzpegel gemessen. Für die Math-FFT-Funktion messen diese Cursor den Betrag.

Zeit-Cursor. Zeit-Cursor erscheinen als vertikale Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der horizontalen und der vertikalen Parameter. Zeiten werden auf den Triggerpunkt bezogen. Für die Math-FFT-Funktion messen diese Cursor die Frequenz.

Zeit-Cursor enthalten auch eine Messwertanzeige der Signalamplitude an dem Punkt, an dem das Signal den Cursor durchläuft.

Automatische Messungen

Im Menü MESSUNG können bis zu 5 automatische Messungen vorgenommen werden. Wenn Sie automatische Messungen durchführen, nimmt Ihnen das Oszilloskop sämtliche Rechenaufgaben ab. Da hierbei die Signalaufzeichnungspunkte verwendet werden, sind diese Messungen genauer als die Raster- oder Cursor-Messungen.

Bei automatischen Messungen werden die Messergebnisse als Messwertanzeigen präsentiert. Die angezeigten Messwerte werden laufend aktualisiert, sobald das Oszilloskop neue Daten erfasst.

Beschreibungen zu Messungen finden Sie auf Seite 9-25 im Kapitel *Referenz*.



Anwendungsbeispiele

Anwendungsbeispiele

Dieses Kapitel befasst sich mit einer Reihe von Anwendungsbeispielen. Mit diesen vereinfachten Beispielen sollen die Oszilloskopfunktionen erläutert und Ihnen Ideen vermittelt werden, um eigene Lösungen für Messaufgaben zu finden.

- Durchführen einfacher Messungen

  Verwendung von Auto-Setup

  Durchführen automatischer Messungen mithilfe des Menüs Messung

  Messung zweier Signale und Berechnung der Verstärkung

- Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung

- Analyse eines differenzierten Kommunikationssignals mithilfe eines isolierten Kanals

- Anzeige eines momentanen Leistungssignals

- Durchführen von Cursor-Messungen

  Messung der Schwingungsfrequenz und der Schwingungsamplitude

  Messung der Impulsbreite

  Messung der Anstiegszeit

- Analyse von Signaldetails

  Analyse von Störsignalen

  Verwendung der Mittelwertfunktion zur Trennung eines Signals vom Störrauschen

- Aufzeichnen eines Einzelschusssignals

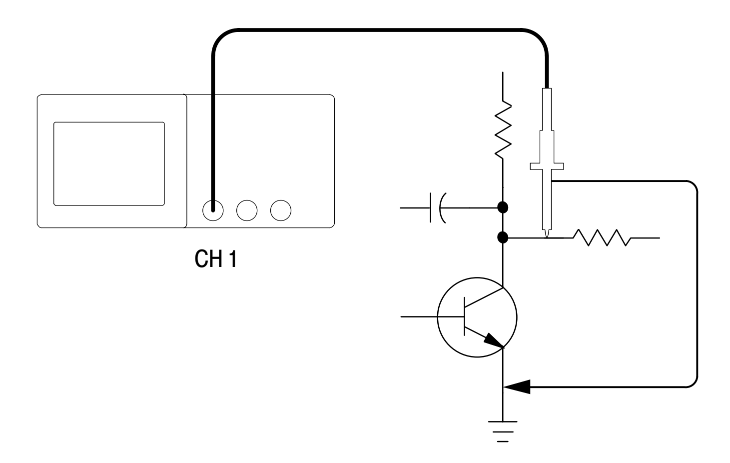
  Optimieren der Erfassung
- Messung der Laufzeitverzögerung
- Triggerung auf eine Impulsbreite
- Triggerung auf ein Videosignal

  Triggerung auf Videohalbbilder und Videozeilen

  Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails
- Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk im XY-Modus und mit Nachleuchten

Durchführen einfacher Messungen

Sie möchten ein Signal anzeigen, kennen aber die Signalamplitude oder -frequenz nicht. Sie möchten das Signal schnell anzeigen und dessen Frequenz, Periode und Spitze-Spitze-Amplitude messen.



Die Funktion Auto-Setup

Um ein Signal schnell anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ**.
2. Drücken Sie **Tastkopf ▸ Spannung ▸ Dämpfung ▸ 10fach**.
3. Stellen Sie den Schalter auf dem Tastkopf P2220 ebenfalls auf **10fach**.
4. Schließen Sie die Tastkopfspitze von Kanal 1 an das Signal an. Schließen Sie den Referenzleiter an den Bezugspunkt der Schaltung an.
5. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**.

Das Oszilloskop stellt die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen automatisch ein. Falls die Signalanzeige optimiert werden soll, können Sie diese Optionen auch manuell einstellen.

HINWEIS. *Je nach erkanntem Signaltyp zeigt das Oszilloskop relevante automatische Messungen im Signalanzeigebereich des Bildschirms an.*

Oszilloskop-spezifische Beschreibungen finden Sie auf Seite 9-10 im Kapitel *Referenz*.

Durchführen automatischer Messungen

Die meisten angezeigten Signale können mit dem Oszilloskop automatisch gemessen werden. Zur Messung der Frequenz, Periode, Spitze-Spitze-Amplitude, Anstiegszeit und positiven Breite eines Signals verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **MESSUNG**, um das Menü Messung anzuzeigen.

2. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.

3. Drücken Sie **Typ** ▸ **Freq.**.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

***HINWEIS**. Falls dort ein Fragezeichen (?) angezeigt wird, drehen Sie den Knopf VOLTS/DIV des entsprechenden Kanals, um die Empfindlichkeit zu erhöhen, oder ändern Sie die SEC/DIV-Einstellung.*

---

4. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

5. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.

6. Drücken Sie **Typ** ▸ **Periode**.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

7. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

8. Drücken Sie die mittlere Optionstaste, um das Menü Messung 3 aufzurufen.

9. Drücken Sie **Typ** ▸ **Pk-Pk**.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

10. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

11. Drücken Sie die zweitunterste Optionstaste, um das Menü Messung 4 aufzurufen.

12. Drücken Sie **Typ** ▸ **Anstiegszeit**.

    Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

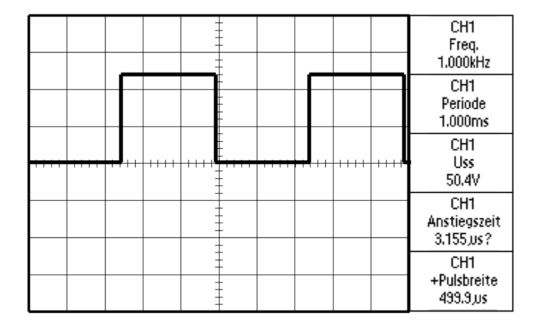
13. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

14. Drücken Sie die unterste Optionstaste, um das Menü Messung 5 aufzurufen.

15. Drücken Sie **Typ** ▸ **Pulsbreite**.

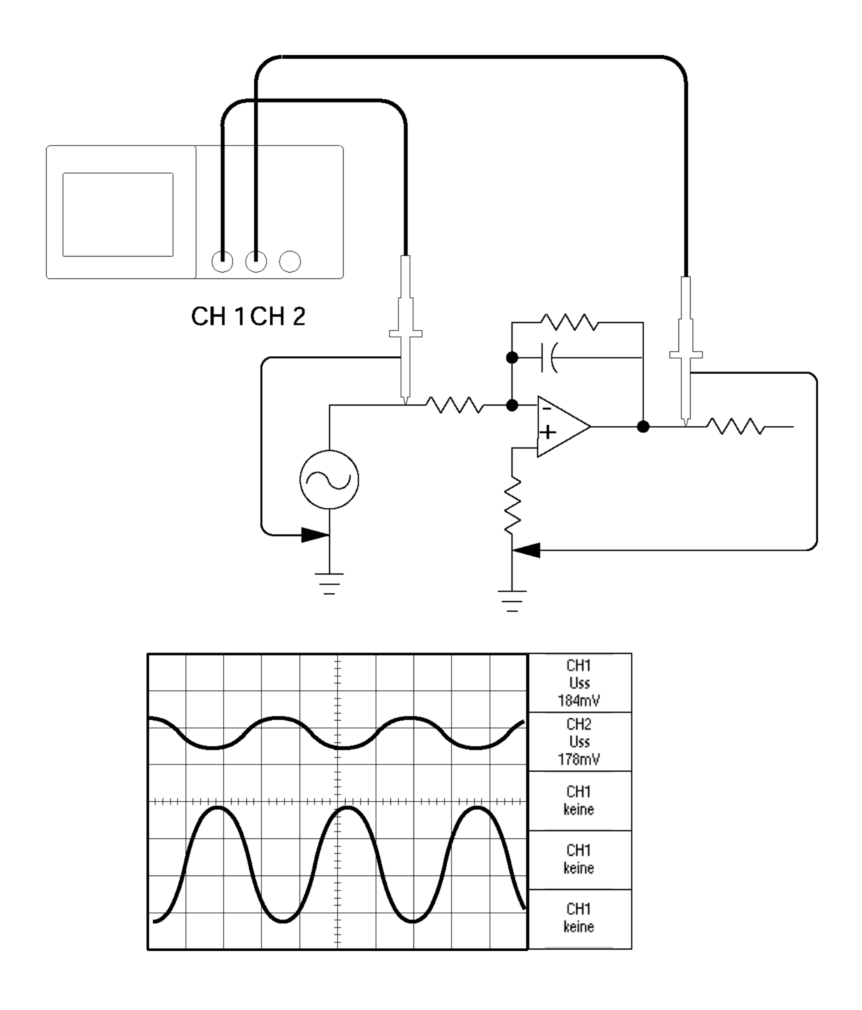
Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

16. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.



Messung zweier Signale

Wenn Sie ein Gerät testen und die Verstärkung des Audio-Verstärkers messen müssen, benötigen Sie einen Audiosignalerzeuger, der am Verstärkereingang ein Signal eingeben kann. Schließen Sie am Verstärkereingang und -ausgang zwei Oszilloskopkanäle wie nachfolgend abgebildet an. Messen Sie beide Signalpegel, und verwenden Sie die Messungen, um die Verstärkung zu berechnen.


CH 1
CH 2
CH1
Uss
184mV
CH2
Uss
178mV
CH1
keine
CH1
keine
CH1
keine

Zur Aktivierung und Anzeige der an Kanal 1 und 2 anliegenden Signale und zur Auswahl von Messungen für die beiden Kanäle verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**.
2. Drücken Sie die Taste **MESSUNG**, um das Menü Messung anzuzeigen.
3. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
4. Drücken Sie **Quelle ▸ CH1**.
5. Drücken Sie **Typ ▸ Pk-Pk**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
7. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
8. Drücken Sie **Quelle ▸ CH2**.
9. Drücken Sie **Typ ▸ Pk-Pk**.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

    Lesen Sie die angezeigten Spitze-Spitze-Amplituden der beiden Kanäle ab.

11. Zur Berechnung der Spannungsverstärkung des Verstärker dienen folgende Gleichungen:

$$Spannungsverstärkung = \frac{Ausgangsamplitude}{Eingangsamplitude}$$

$$Spannungsverstärkung\ (dB) = 20 \times \log_{10}\ (Spannungsverstärkung)$$

Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung

Angenommen, Sie müssen bei einer Maschine mit einer Fehlfunktion die Frequenz und Effektivspannung mehrerer Testpunkte ermitteln und diese Werte mit den Idealwerten vergleichen. Sie können die Bedienelemente an der Frontplatte nicht bedienen, da Sie beim Untersuchen der schwer zugänglichen Testpunkte beide Hände brauchen.

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ**.
2. Drücken Sie **Tastkopf** ▸ **Spannung** ▸ **Dämpfung**, und nehmen Sie die Einstellung passend zur Dämpfung des an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopfes vor.
3. Drücken Sie die Taste **BEREICH**, um die automatische Bereichseinstellung zu aktivieren.
4. Drücken Sie die Taste **MESSUNG**, um das Menü Messung anzuzeigen.
5. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
6. Drücken Sie **Quelle** ▸ **CH1**.
7. Drücken Sie **Typ** ▸ **Frequenz**.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
9. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
10. Drücken Sie **Quelle** ▸ **CH1**.
11. Drücken Sie **Typ** ▸ **Effektiv**.

12. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

13. Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter am ersten Testpunkt an. Lesen Sie die Messwerte für Frequenz und Zyklus-Effektivwert am Bildschirm des Oszilloskops ab, und vergleichen Sie diese mit den Idealwerten.

14. Wiederholen Sie Schritt 13 für jeden Testpunkt, bis Sie die Komponente mit der Fehlfunktion finden.

HINWEIS. *Bei aktivierter automatischer Bereichseinstellung stellt das Oszilloskop jedes Mal, wenn Sie den Tastkopf an einem neuen Testpunkt anschließen, die Horizontalskala, die Vertikalskala und den Triggerpegel neu ein, damit Sie eine brauchbare Anzeige erhalten.*

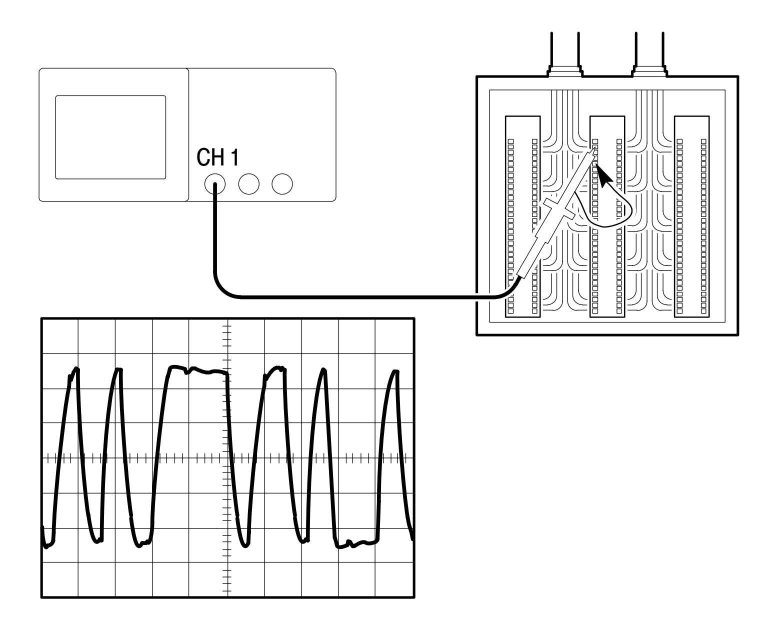
Analyse eines differenzierten Kommunikationssignals mithilfe eines isolierten Kanals

Sie haben intermittierende Probleme mit einer seriellen Datenkommunikationsverbindung und führen das auf schlechte Signalqualität zurück. Richten Sie das Oszilloskop ein, um einen Schnappschuss des seriellen Datenstroms anzuzeigen, damit Sie die Signalpegel und Übergangszeiten überprüfen können.

Hierbei handelt es sich um ein differenziertes Signal. Da das Oszilloskop isolierte Kanäle aufweist, können Sie das Signal mit einem einzelnen Tastkopf anzeigen.



WARNUNG. *Mit dem P2220–Tastkopf–Referenzleiter dürfen keine potenzialfreien Messungen über 30 V_{eff} vorgenommen werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (für potenzialfreie Messungen bis 600 V_{eff} CAT II bzw. 300 V_{eff} CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen entsprechend ausgelegten Hochspannungs–Differentialtastkopf zum Durchführen von potenzialfreien Messungen über 30 V_{eff}, entsprechend den Kenndaten eines solchen Hochspannungstastkopfs.*



Zum Anzeigen des differenzierten Signals gehen Sie wie folgt vor:

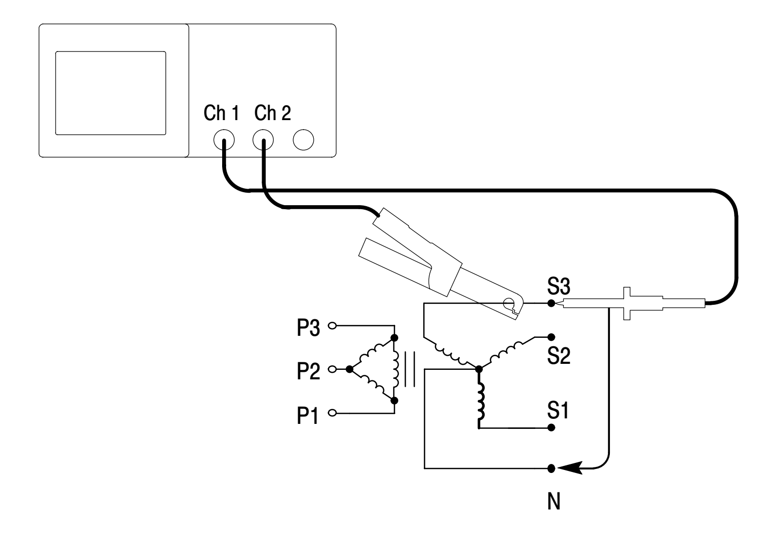
1. Schließen Sie die Tastkopfspitze an einer Seite des Signals an.
2. Schließen Sie den Tastkopf-Referenzleiter an der anderen Seite des Signals an.
3. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**.

Um eine stabilere Anzeige zu erhalten, drücken Sie die Taste **EINZELFOLGE**, um die Signalerfassung zu steuern. Jedes Mal, wenn Sie die Taste drücken, erfasst das Oszilloskop eine Momentaufnahme des digitalen Datenstroms. Zur Signalanalyse können die Cursor oder die automatischen Messungen verwendet werden, oder Sie speichern das Signal ab, um es zu einem späteren Zeitpunkt zu analysieren.

Anzeige eines berechneten momentanen Leistungssignals

Ein berechnetes momentanes Leistungssignal können Sie mit einem Spannungstastkopf, einem Stromtastkopf und der Multiplikationsfunktion des Oszilloskops anzeigen.

HINWEIS. *Achten Sie unbedingt auf den Grenzwert des verwendeten Spannungs- oder Stromtastkopfes. Überschreiten Sie nicht diesen Grenzwert. Siehe Seite 1-5.*



Zum Anzeigen eines berechneten momentanen Leistungssignals gehen Sie wie folgt vor:

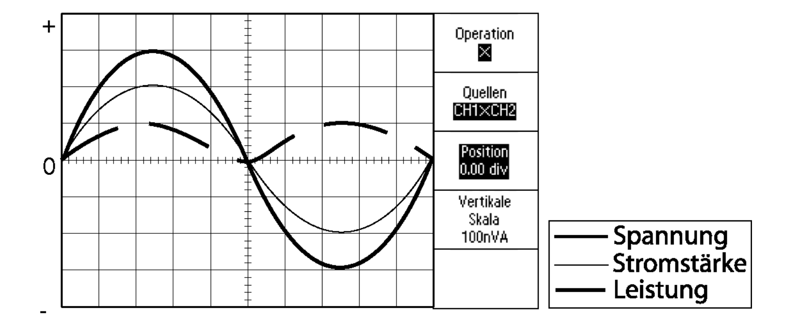
1. Schließen Sie einen Spannungstastkopf an Kanal 1 und einen Stromtastkopf an Kanal 2 an.



WARNUNG. *Mit dem P2220–Tastkopf–Referenzleiter dürfen keine potenzialfreien Messungen über 30 V* $_{eff}$ *vorgenommen werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (für potenzialfreie Messungen bis 600 V* $_{eff}$ *CAT II bzw. 300 V* $_{eff}$ *CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen entsprechend ausgelegten Hochspannungs–Differentialtastkopf zum Durchführen von potenzialfreien Messungen über 30 V* $_{eff}$*, entsprechend den Kenndaten eines solchen Hochspannungstastkopfs.*

2. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ**.
3. Drücken Sie **Tastkopf ▸ Spannung ▸ Dämpfung**, und nehmen Sie die Einstellung passend zur Dämpfung des Spannungstastkopfes vor.
4. Drücken Sie die Taste **CH 2 MENÜ**.
5. Drücken Sie **Tastkopf ▸ Strom ▸ Skala**, und nehmen Sie die Einstellung passend zur Skala des Stromtastkopfes vor.
6. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**.
7. Drücken Sie **MENÜ MATH ▸ Operator ▸** × (Multiplikation).
8. Drücken Sie **Quellen ▸ CH1 × CH2**.

HINWEIS. *Die vertikalen Einheiten des momentanen Leistungssignals sind VA.*



9. Mithilfe der folgenden Oszilloskopfunktionen erhalten Sie eine bessere Anzeige des berechneten momentanen Leistungssignals:
   - Drücken Sie im Menü Math die Optionstaste **Position**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die vertikale Position einzustellen.
   - Drücken Sie im Menü Math die Optionstaste **Vertikale Skala**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die vertikale Skala einzustellen.
   - Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die Horizontalskala einzustellen.
   - Drücken Sie die Tasten **CH 1 MENÜ** und **CH 2 MENÜ**, um die Kanalsignale vom Bildschirm zu entfernen.

Durchführen von Cursor-Messungen

Mit den Cursorn können Sie schnelle Zeit- und Amplitudenmessungen am Signal durchführen.

Messung der Schwingungsfrequenz und -amplitude

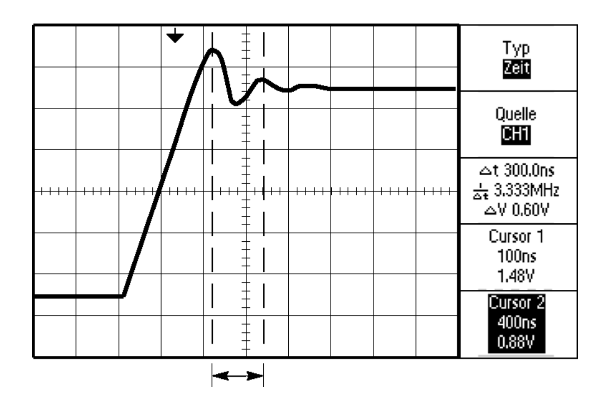
Um die Schwingungsfrequenz auf der ansteigenden Flanke eines Signals zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Typ** ▸ **Zeit**.
3. Drücken Sie **Quelle** ▸ **CH1**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die erste Spitze der Schwingung zu setzen.

6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.

7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die zweite Spitze der Schwingung zu setzen.

Die Zeitdifferenz Δ und Frequenz (die gemessene Schwingungsfrequenz) wird im Cursor-Menü angezeigt.



8. Drücken Sie **Typ** ▸ **Amplitude**.

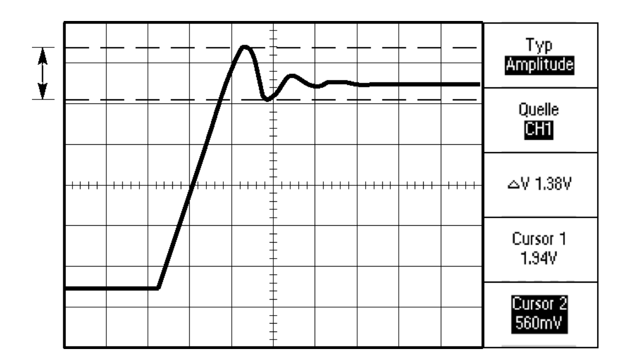
9. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.

10. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die erste Spitze der Schwingung zu setzen.

11. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.

12. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um Cursor 2 auf die tiefste Stelle der Schwingung zu setzen.

Im Cursor-Menü wird die Amplitude der Schwingung angezeigt.



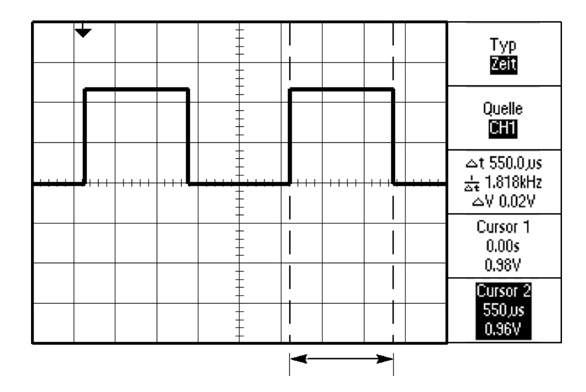
Messung der Impulsbreite

Wenn Sie ein Pulssignal analysieren und die Breite des Impulses ermitteln möchten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Typ** ▸ **Zeit**.
3. Drücken Sie **Quelle** ▸ **CH1**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die ansteigende Flanke des Impulses zu setzen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die fallende Flanke des Impulses zu setzen.

Im Menü Cursor werden die folgenden Messungen angezeigt:

- Die Zeit bei Cursor 1 in Bezug auf den Trigger.
- Die Zeit bei Cursor 2 in Bezug auf den Trigger.
- Die Zeitdifferenz Δ, d.h. die gemessene Impulsbreite.



HINWEIS. *Die Messung der positiven Breite steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung und wird auf Seite 9-25 erläutert.*

Die Messung der positiven Breite wird auch angezeigt, wenn Sie die Option Einzelzyklus-Rechteckimpuls im Menü AUTO-SETUP auswählen. Siehe Seite 9-13.

Messung der Anstiegszeit

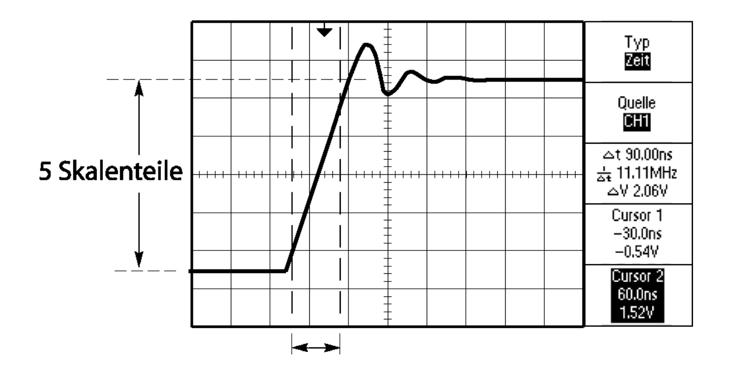
Nach Messung der Impulsbreite wollen Sie jetzt beispielsweise die Anstiegszeit des Impulses überprüfen. Die Anstiegszeit wird üblicherweise auf einem Pegel von 10 % bis 90 % der Kurve gemessen. Zur Messung der Anstiegszeit verfahren Sie wie folgt:

1. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die ansteigende Flanke des Signals anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV** und **VERTIKAL POSITION**, um die Signalamplitude auf ungefähr fünf Skalenteile zu setzen.
3. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ**.
4. Drücken Sie **Volts/Div** ▸ **Fein**.
5. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV**, um die Signalamplitude exakt auf fünf Skalenteile zu setzen.
6. Drehen Sie den Knopf **VERTIKAL POSITION** , um das Signal zu zentrieren, und positionieren Sie die Basislinie des Signals 2,5 Skalenteile unterhalb des mittleren Rasters.
7. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
8. Drücken Sie **Typ** ▸ **Zeit**.
9. Drücken Sie **Quelle** ▸ **CH1**.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
11. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie unterhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 10 %-Pegel des Signals.

12. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.

13. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie oberhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 90 %-Pegel des Signals.

Die **Δt**-Anzeige im Cursor-Menü ist die Anstiegszeit des Signals.

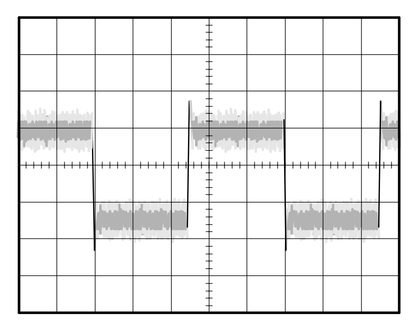


HINWEIS. *Die Messung der Anstiegszeit steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung und wird auf Seite 9-25 erläutert.*

Die Messung der Anstiegszeit wird auch angezeigt, wenn Sie die Option Anstiegszeit im Menü AUTO-SETUP auswählen. Siehe Seite 9-13.

Analyse von Signaldetails

Auf Ihrem Oszilloskop wird ein Störsignal angezeigt. Sie möchten mehr darüber wissen. Sie vermuten, dass das Signal viel mehr Details enthält, als Sie im Moment in der Anzeige sehen können.

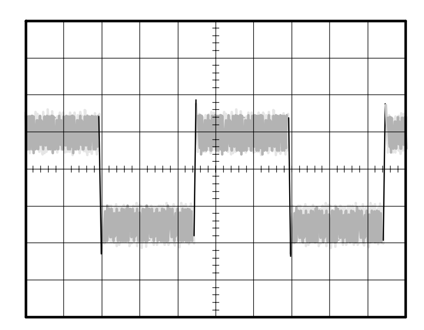


Analyse von Störsignalen

Das Signal scheint zu rauschen, und Sie vermuten, dass dieses Rauschen Probleme in Ihrem Schaltkreis verursacht. Gehen Sie zur Analyse des Rauschens wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwerterfassung**.
3. Drücken Sie, sofern erforderlich, die Taste **DISPLAY**, um das Display-Menü anzuzeigen. Verwenden Sie die Optionstasten **Kontrast anpassen** und **Helligkeit anpassen** mit dem Mehrfunktions-Drehknopf, um die Anzeige einzustellen und das Rauschen deutlicher zu erkennen.

Bei der Spitzenwerterfassung werden Störspannungsspitzen und Glitches im Signal hervorgehoben, insbesondere wenn eine langsame Zeitbasis eingestellt wurde.

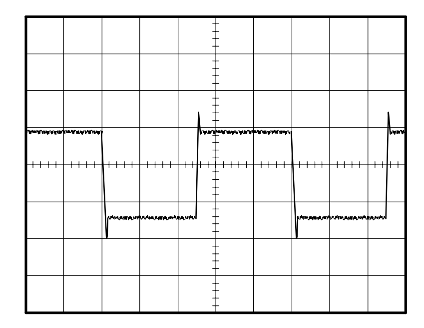


Trennung eines Signals vom Störrauschen

Jetzt möchten Sie die Signalform analysieren und das Rauschen ignorieren. Um unkorreliertes Rauschen in der Oszilloskopanzeige zu reduzieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwert**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwerte**, um die Effekte anzuzeigen, die eine Variation der Anzahl ausgeführter Mittelwertbildungen auf das Signal hat.

Durch die Mittelwertbildung wird das unkorrelierte Rauschen reduziert. So ist es leichter, Details in einem Signal anzuzeigen. Im Beispiel unten wird an den ansteigenden und abfallenden Flanken des Signals ein Überschwingen angezeigt, wenn das Rauschen entfernt wird.



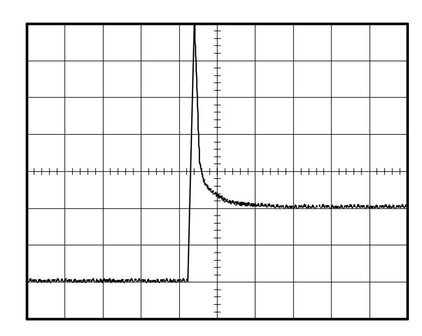
Erfassung eines Einzelschusssignals

Die Zuverlässigkeit eines Relais in einer Maschine ist schlecht, und Sie müssen das Problem analysieren. Sie vermuten, dass das Problem beim Öffnen des Relais entsteht. Die schnellste Geschwindigkeit, mit der Sie das Relais öffnen und schließen können, beträgt ungefähr einmal pro Minute. Deshalb müssen Sie die Spannung des Relais als Einzelschuss erfassen.

Um eine Einzelschusserfassung einzurichten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drehen Sie den vertikalen **VOLTS/DIV**- und den horizontalen **SEC/DIC**-Drehknopf in die Bereiche, in denen Sie das Signal erwarten.
2. Drücken Sie die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwerterfassung**.
4. Drücken Sie die Taste **MENÜ TRIG.**, um das Triggermenü anzuzeigen.
5. Drücken Sie **Flanke ▸ Ansteigend**.
6. Drehen Sie den Knopf **PEGEL**, um den Triggerpegel auf eine Spannung einzustellen, die genau zwischen der Öffnungs- und Schließspannung des Relais liegt.
7. Drücken Sie die Taste **EINZELFOLGE**, um mit der Erfassung zu beginnen.

Wenn sich das Relais öffnet, triggert das Oszilloskop und erfasst das Ereignis.

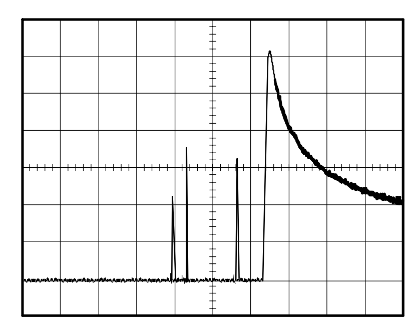


Optimieren der Erfassung

In der ursprünglichen Erfassung wird abgebildet, wie sich der Relaiskontakt am Triggerpunkt öffnet. Danach folgt eine große Spitze, die das Kontaktprellen und die Induktion im Schaltkreis anzeigt. Die Induktion kann zu einem durchgeschlagenen Kontakt und einem vorzeitigen Relaisfehler führen.

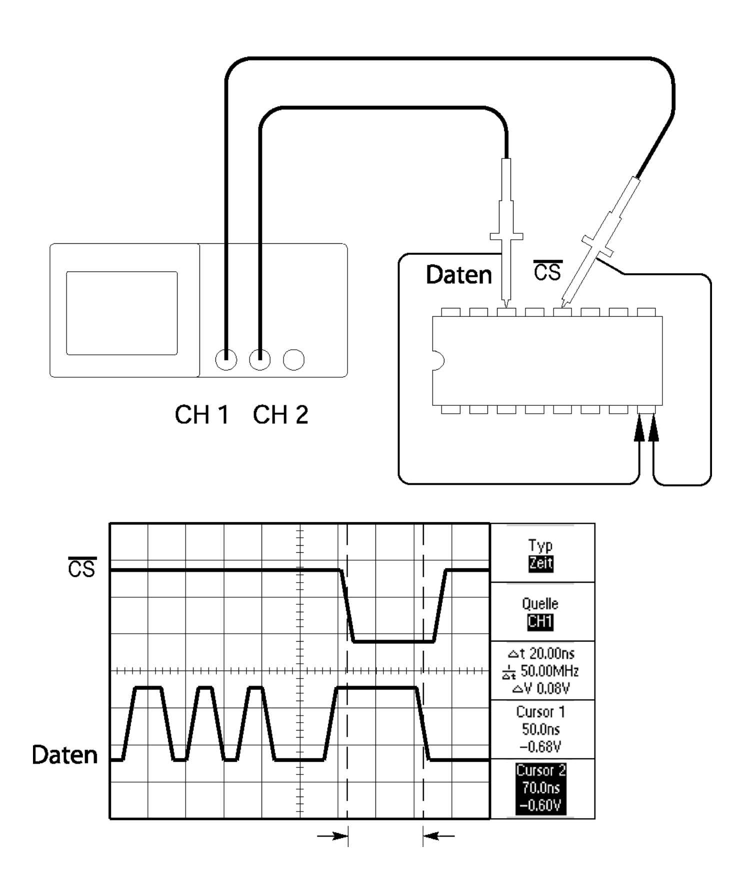
Sie können die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen verwenden, um die Einstellungen zu optimieren, bevor das nächste Einzelschussereignis erfasst wird.

Wenn die nächste Erfassung mit den neuen Einstellungen stattfindet (beim erneuten Drücken der Taste EINZELFOLGE), sehen Sie mehr Details beim Öffnen des Relaiskontaktes. Sie können jetzt sehen, dass der Kontakt einige Male prellt, bevor er geöffnet wird.



Messung der Laufzeitverzögerung

Sie vermuten, dass das Speicher-Timing in einem Mikroprozessor-Schaltkreis nicht optimal ist. Richten Sie das Oszilloskop so ein, dass sich die Laufzeitverzögerung zwischen dem chip-select-Signal und den ausgegebenen Daten des Speicherbausteins messen lässt.



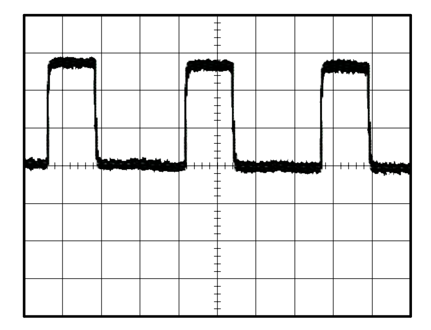
Zur Messung der Laufzeit gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
2. Stellen Sie die horizontalen und vertikalen Optionen ein, um die Anzeige zu optimieren.
3. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
4. Drücken Sie **Typ ▸ Zeit**.
5. Drücken Sie **Quelle ▸ CH1**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die aktive Flanke des chip-select-Signals zu setzen.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
9. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um den zweiten Cursor auf den Datenausgangsübergang zu setzen.

   Die Δt-Anzeige im Cursor-Menü ist die Laufzeitverzögerung zwischen den Signalen. Die Anzeige ist gültig, weil die beiden Signale die gleiche SEC/DIV-Einstellung aufweisen.

Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite

Sie überprüfen die Impulsbreiten eines Signals in einem Schaltkreis. Es ist wichtig, dass die Impulse allesamt eine spezifische Breite aufweisen, und genau das müssen Sie sicherstellen. Laut Flankentriggerung sieht das Signal wie gewünscht aus, und auch die Impulsbreitenmessung weicht nicht von der Spezifikation ab. Dennoch vermuten Sie ein Problem.

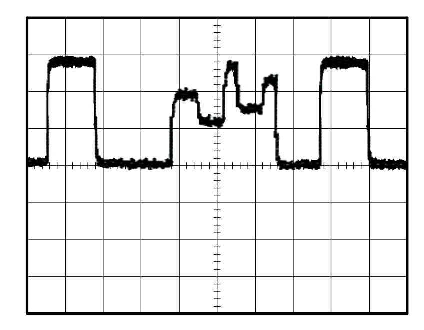


Um auf eine Verzerrung der Impulsbreite zu prüfen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
2. Drücken Sie im Menü AUTO-SETUP die Optionstaste **Einzelzyklus**, um einen einzelnen Signalzyklus anzuzeigen und eine schnelle Messung der Impulsbreite vorzunehmen.
3. Drücken Sie die Taste **MENÜ TRIG.**, um das Triggermenü anzuzeigen.
4. Drücken Sie **Typ ▸ Impuls**.

5. Drücken Sie **Quelle ▸ CH1**.
6. Drehen Sie den Knopf **TRIGGER PEGEL**, um den Triggerpegel nahe dem unteren Ende des Signals einzustellen.
7. Drücken Sie **Wenn ▸ =** (gleich).
8. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die Impulsbreite auf den Wert einzustellen, der bei der Impulsbreitenmessung in Schritt 2 ausgegeben wurde.
9. Drücken Sie **Weiter ▸ Modus ▸ Normal**.

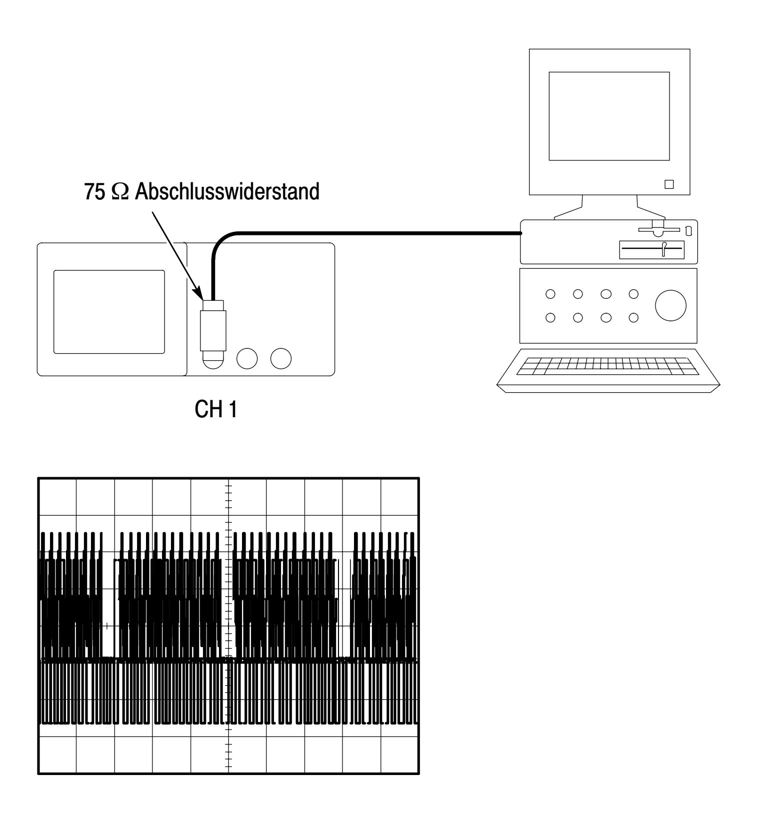
   Dies kann eine stabile Anzeige ergeben, bei der das Oszilloskop auf normale Impulse triggert.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Wenn**, um ≠, < oder > auszuwählen. Falls tatsächlich verzerrte Impulse vorkommen, auf die die konkrete Wenn-Option zutrifft, dann triggert das Oszilloskop darauf.



HINWEIS. *Die Triggerfrequenzanzeige zeigt die Frequenz von Ereignissen, die das Oszilloskop u.U. als Trigger auffasst. Sie kann niedriger sein als die Frequenz des Eingangssignals im Impulsbreiten-Triggermodus.*

Triggerung auf ein Videosignal

Sie testen den Videoschaltkreis eines medizinischen Geräts und müssen das Video-Ausgangssignal anzeigen. Bei dem Video-Ausgangssignal handelt es sich um ein Standard-NTSC-Signal. Verwenden Sie den Videotrigger, um eine stabile Anzeige zu erhalten.



HINWEIS. *Die meisten Videosysteme sind mit 75 Ohm verkabelt. Die Oszilloskopeingänge bieten keine ordnungsgemäßen Abschlusswiderstände für niederohmige Kabel. Zur Vermeidung ungenauer Amplituden aufgrund falscher Lasten und Reflexionen setzen Sie einen Durchführungsabschluss mit 75 Ohm (Tektronix Teilenummer 011-0055-02 oder gleichwertig) zwischen das 75-Ohm-Koaxialkabel der Signalquelle und den BNC-Eingangsstecker des Oszilloskops.*

Triggerung auf Videohalbbilder

Automatisch. Um auf Videohalbbilder zu triggern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**. Wenn Auto-Setup abgeschlossen ist, zeigt das Oszilloskop das Videosignal mit Synchronisation auf **Alle Halbbilder** an.

   Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden, wird vom Oszilloskop die Option Standard eingestellt.

2. Drücken Sie die Optionstaste **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** im Menü **AUTO-SETUP**, um nur ungerade oder gerade Halbbilder zu synchronisieren.

Manuell. Diese Alternative erfordert mehr Schritte, kann aber je nach Videosignal erforderlich sein. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ**.
2. Drücken Sie **Kopplung ▸ AC**.
3. Drücken Sie die Taste **MENÜ TRIG.**, um das Triggermenü anzuzeigen.
4. Drücken Sie die obere Optionstaste, und wählen Sie **Video** aus.
5. Drücken Sie **Quelle ▸ CH1**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.**, und wählen Sie **Alle Halbbilder**, **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** aus.

7. Drücken Sie **Standard ▸ NTSC**.
8. Drehen Sie den horizontalen Knopf **SEC/DIV**, um ein vollständiges Halbbild in der Anzeige zu sehen.
9. Drehen Sie den vertikalen Knopf **VOLTS/DIV**, um sicherzugehen, dass das gesamte Videosignal auf dem Bildschirm zu sehen ist.

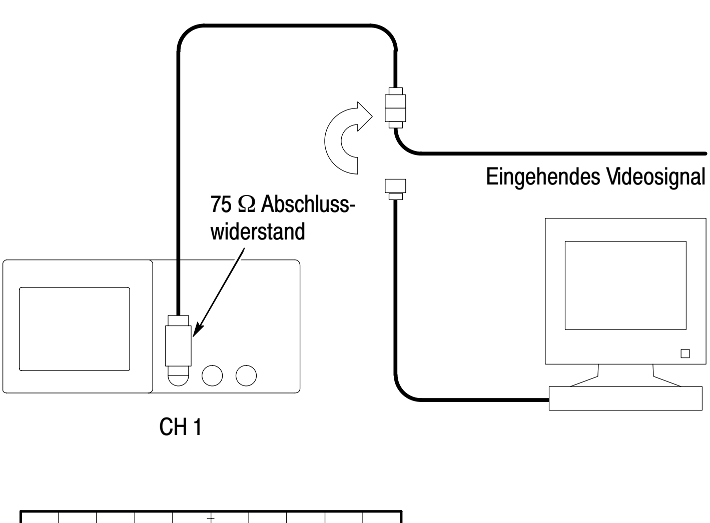
Triggerung auf Videozeilen

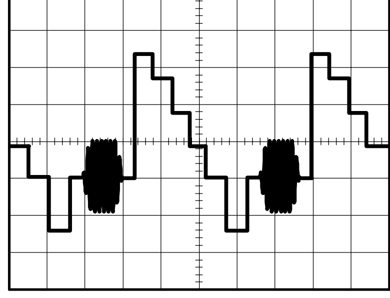
Automatisch. Sie können auch die Videozeilen des Halbbildes anzeigen. Um auf die Videozeilen zu triggern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**.
2. Drücken Sie die obere Optionstaste, um **Zeile** auszuwählen und alle Zeilen zu synchronisieren. (Das Menü **AUTO-SETUP** umfasst die Optionen **Alle Zeilen** und **Zeilennummer**.)

Manuell. Diese Alternative erfordert mehr Schritte, kann aber je nach Videosignal erforderlich sein. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **MENÜ TRIG.**, um das Triggermenü anzuzeigen.
2. Drücken Sie die obere Optionstaste, und wählen Sie **Video** aus.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.**, wählen Sie **Alle Zeilen** bzw. **Zeilennummer** aus, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um eine bestimmte Zeilennummer einzustellen.
4. Drücken Sie **Standard ▸ NTSC**.
5. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um eine vollständige Videozeile in der Anzeige zu sehen.
6. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV**, um sicherzugehen, dass das gesamte Videosignal auf dem Bildschirm zu sehen ist.


75 Ω Abschluss-
widerstand
Eingehendes Videosignal
CH 1

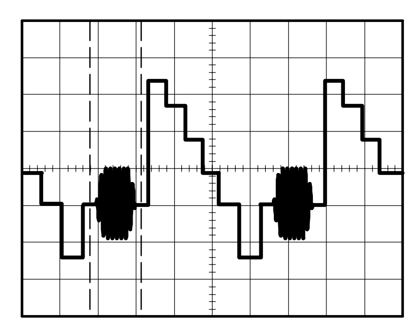


Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails

Um einen bestimmten Signalteil zu überprüfen, ohne die Hauptanzeige zu verändern, können Sie die Fensterfunktion (Zoom) einsetzen.

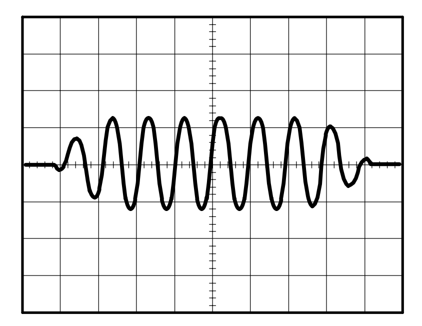
Wenn Sie den Farbburst im vorherigen Signal detaillierter sehen möchten, ohne dabei die Hauptanzeige zu verändern, verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **MENÜ HORIZ.**, um das Menü Horizontal anzuzeigen, und wählen Sie die Option **Hauptzeitbasis**.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Zoombereich**.
3. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, und wählen Sie 500 ns aus. Hierbei handelt es sich um die SEC/DIV-Einstellung der erweiterten Ansicht.
4. Drehen Sie den Knopf **HORIZONTAL POSITION**, um das Fenster auf den Signalbereich zu setzen, der vergrößert werden soll.



5. Drücken Sie die Optionstaste **Dehnen**, um den vergrößerten Teil des Signals anzuzeigen.
6. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die Anzeige des vergrößerten Signals zu optimieren.

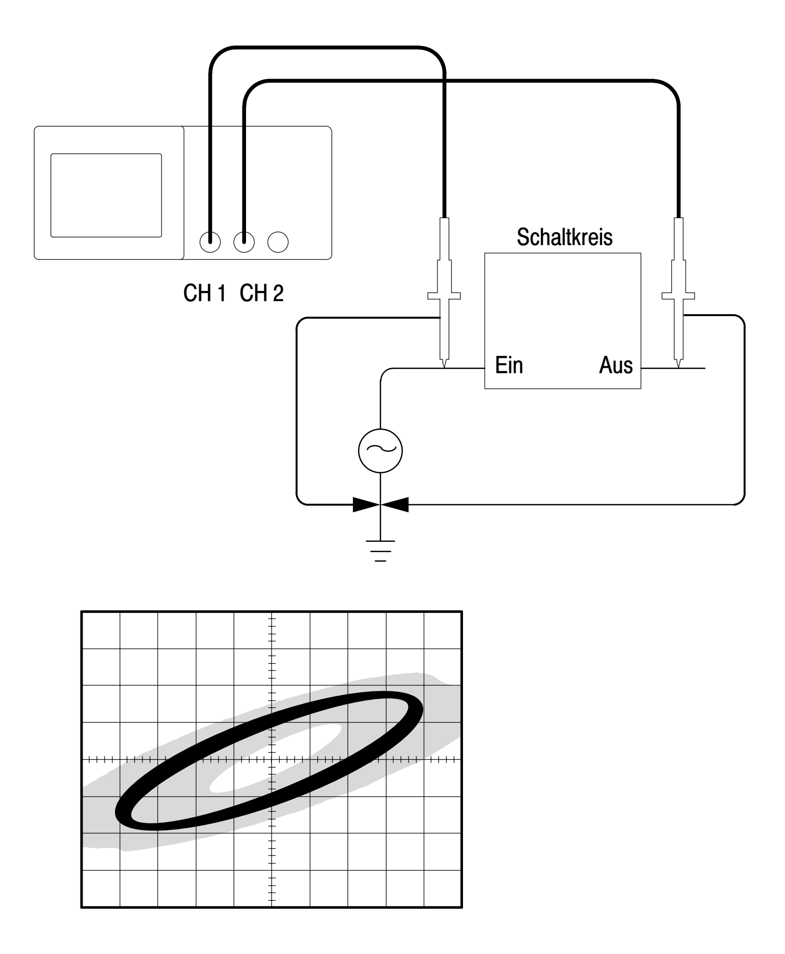
   Um zwischen der Haupt- und Fensteransicht zu wechseln, drücken Sie die Optionstaste **Hauptzeitbasis** oder **Dehnen** im Menü Horizontal.



Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk

Sie haben eine Schaltung entworfen, die über einen großen Temperaturbereich hinweg funktionieren muss. Sie müssen die Änderungen der Impedanz des Schaltkreises bei sich verändernder Umgebungstemperatur beurteilen.

Schließen Sie das Oszilloskop an, um den Ein- und Ausgang des Schaltkreises zu überwachen und Änderungen zu erfassen, die durch geänderte Temperaturen verursacht werden.



Um den Ein- und Ausgang des Schaltkreises auf der XY-Anzeige zu überwachen, verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ**.
2. Drücken Sie **Tastkopf ▸ Spannung ▸ Dämpfung ▸ 10fach**.
3. Drücken Sie die Taste **CH 2 MENÜ**.
4. Drücken Sie **Tastkopf ▸ Spannung ▸ Dämpfung ▸ 10fach**.
5. Stellen Sie die Schalter auf den P2220-Tastköpfen ebenfalls auf **10fach**.
6. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 1 an den Netzwerkeingang und den Tastkopf von Kanal 2 an den Ausgang an.
7. Drücken Sie die Taste **AUTO-SETUP**.
8. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV**, um auf jedem Kanal ungefähr die gleiche Signalamplitude anzuzeigen.
9. Drücken Sie die Taste **DISPLAY**, um das Menü Display anzuzeigen.
10. Drücken Sie **Format ▸ XY**.

    Auf dem Oszilloskop erscheinen Lissajousfiguren mit den Ein- und Ausgangscharakteristika des Schaltkreises.

11. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV** und **VERTIKAL POSITION**, um die Anzeige zu optimieren.
12. Drücken Sie **Nachleuchten ▸ unendl.**.
13. Drücken Sie die Optionstaste **Kontrast anpassen** oder **Helligkeit anpassen**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die Anzeige einzustellen.

    Während Sie die Umgebungstemperatur verändern, werden Änderungen in den Schaltkreischarakteristika anhand des Nachleuchtens in der Anzeige erfasst.

Math-FFT

Math-FFT

Dieses Kapitel umfasst ausführliche Informationen zur Verwendung der Math-FFT-Funktion (FFT = schnelle Fourier-Transformation). Der FFT-Mathematikmodus wird verwendet, um ein Zeitbereichssignal (YT) in seine Frequenzanteile (Spektrum) umzurechnen. Im Math-FFT-Modus können die folgenden Analysetypen ausgeführt werden:

- Analysieren der Oberwellen in Stromversorgungsnetzen
- Messen von Oberwellengehalt und Verzerrungen in Systemen
- Charakterisierung von Störsignalen in Gleichstromversorgungen
- Testen der Impulsantwort von Filtern und Systemen
- Analysieren von Vibrationen

Um den Math-FFT-Modus anzuwenden, verfahren Sie wie folgt:

- Stellen Sie das Quellensignal (Zeitbereich) ein.
- Lassen Sie das FFT-Spektrum anzeigen.
- Wählen Sie einen FFT-Fenstertyp aus.
- Stellen Sie die Abtastrate so ein, dass die Grundfrequenz und die Oberwellen ohne Aliasing angezeigt werden.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion zur Vergrößerung des Spektrums.
- Messen Sie das Spektrum mithilfe der Cursor.

HINWEIS. *Zum Anzeigen der Oberwellen in Netzsystemen wurde die mit der optionalen TPS2PWR1-Leistungsanalyse-Anwendung verfügbare Oberwellenfunktion für Leistungsmessungen optimiert.*

Einstellung des Zeitbereichssignals

Vor Verwendung des FFT-Modus müssen Sie das Zeitbereichssignal (YT) einstellen. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie **AUTO-SETUP**, um ein YT-Signal anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Knopf **VERTIKAL POSITION**, um das YT-Signal senkrecht in der Bildmitte zu zentrieren (Nulllinie).

   Dadurch wird sichergestellt, dass die FFT einen echten Gleichstromwert anzeigt.
3. Drehen Sie den Knopf **HORIZONTAL POSITION**, um den zu analysierenden Teil des YT-Signals in den acht mittleren Bildschirm-Skalenteilen zu positionieren.

   Das FFT-Spektrum wird vom Oszilloskop mithilfe der mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignals berechnet.
4. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV**, um sicherzugehen, dass das gesamte Signal auf dem Bildschirm sichtbar bleibt. Falls nicht das gesamte Signal zu sehen ist, zeigt das Oszilloskop unter Umständen fehlerhafte FFT-Ergebnisse an (durch Hinzufügung hochfrequenter Anteile).
5. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die gewünschte Auflösung des FFT-Spektrums einzustellen.
6. Stellen Sie das Oszilloskop sofern möglich so ein, dass viele Signalzyklen angezeigt werden.

   Wenn Sie den Knopf **SEC/DIV** drehen, um eine schnellere Einstellung (weniger Zyklen) auszuwählen, wird ein breiterer Frequenzbereich des FFT-Spektrums angezeigt und die Möglichkeit für Aliasing verringert (siehe Seite 5-8). Allerdings zeigt das Oszilloskop dann auch eine niedrigere Frequenzauflösung an.

Zur Einstellung der FFT-Anzeige verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **MENÜ MATH**, um das Menü Math anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Operator** ▸ **FFT**.
3. Wählen Sie den Quellenkanal für **Math-FFT** aus.

In vielen Fällen ist das Oszilloskop in der Lage, ein zweckmäßiges FFT-Spektrum anzuzeigen, auch wenn nicht auf das YT-Signal getriggert wird. Dies gilt besonders für periodische Signale oder unkorrelierte Störsignale.

HINWEIS. *Triggern Sie Stör- oder Burstsignale möglichst nahe der Bildschirmmitte.*

Nyquist-Frequenz

Die höchste Frequenz, die ein digitales Echtzeit-Oszilloskop überhaupt fehlerfrei messen kann, beträgt die Hälfte der Abtastrate. Diese Frequenz wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Frequenzdaten oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst, wodurch es zu dem auf Seite 5-8 beschriebenen Aliasing kommt.

Anhand der Mathematikfunktion werden die mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignals in ein FFT-Spektrum umgerechnet. Das daraus resultierende FFT-Spektrum umfasst 1024 Punkte von Gleichspannung (0 Hz) bis hin zur Nyquist-Frequenz.

Normalerweise wird das FFT-Spektrum bei der Anzeige horizontal auf 250 Punkte komprimiert. Zur Vergrößerung des FFT-Spektrums können Sie allerdings auch die Zoomfunktion nutzen, um die Frequenzanteile detaillierter zu betrachten, und zwar an jedem der 1024 Datenpunkte des FFT-Spektrums.

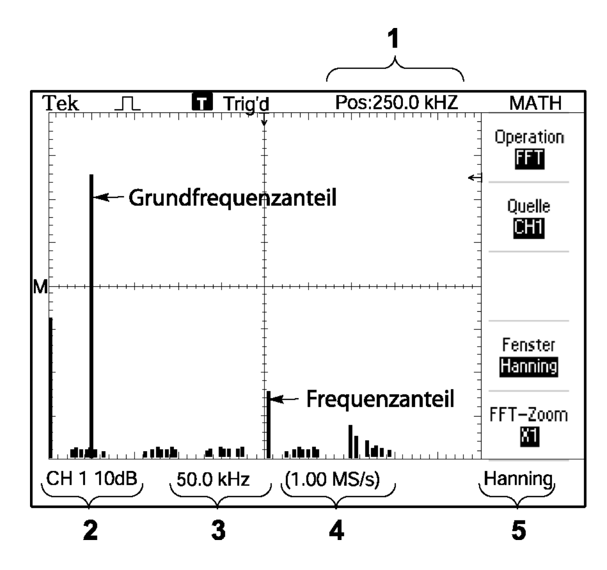
HINWEIS. *Die vertikale Reaktion des Oszilloskops läuft oberhalb seiner Bandbreite langsam ab (je nach Modell 100 MHz oder 200 MHz, bzw. 20 MHz bei eingeschalteter Bandbreitenbegrenzung). Folglich kann das FFT-Spektrum gültige Frequenzdaten aufweisen, die höher sind als die Oszillokopbandbreite. Dennoch sind die Betragsdaten nahe oder oberhalb der Bandbreite nicht präzise.*

Anzeige des FFT-Spektrums

Drücken Sie die Taste **MENÜ MATH**, um das Menü Math anzuzeigen. Wählen Sie den Quellenkanal, Fensteralgorithmus und FFT-Zoomfaktor aus den Optionen aus. Es kann jeweils nur ein einziges FFT-Spektrum angezeigt werden.

Math-FFT-Option	Einstellungen	Anmerkung
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4*	Zur Auswahl des als FFT-Quelle verwendeten Kanals
Fenster	Hanning Flattop Rectangular	Zur Auswahl des FFT-Fenstertyps, weitere Hinweise finden Sie auf Seite 5-6.
FFT-Zoom	X1 X2 X5 X10	Zur Änderung der horizontalen Vergrößerung der FFT-Anzeige. Weitere Hinweise finden Sie auf Seite 5-10.

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

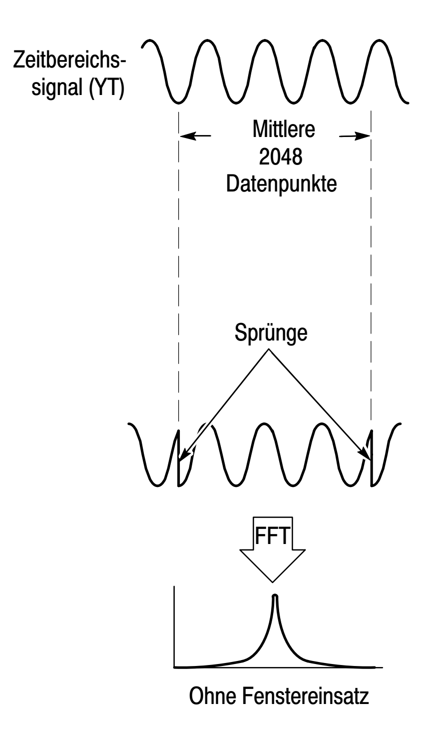


1. Frequenz auf der mittleren Rasterlinie
2. Vertikalskala in dB pro Skalenteil (0 dB = 1 V_{EFF})
3. Horizontalskala in Frequenz pro Skalenteil
4. Abtastrate in Anzahl der Samples pro Sekunde
5. FFT-Fenstertyp

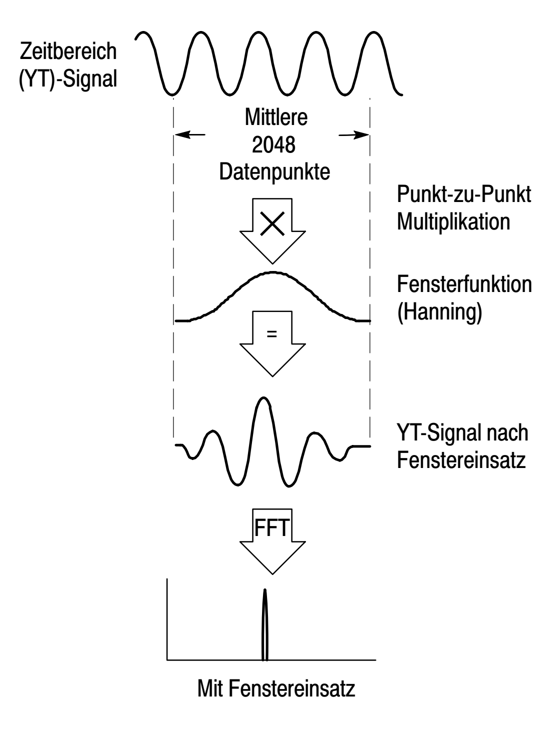
Auswahl eines FFT-Fensters

Mithilfe der Fenster lassen sich Spektralverluste in einem FFT-Spektrum verringern. Bei FFT wird davon ausgegangen, dass sich das YT-Signal endlos wiederholt. Mit einer ganzzahligen Anzahl von Zyklen (1, 2, 3 usw.) beginnt und endet das YT-Signal mit der gleichen Amplitude, und es gibt keine Sprünge in der Signalform.

Eine nicht ganzzahlige Anzahl Zyklen im YT-Signal bewirkt unterschiedliche Amplituden des Anfangs- und Endpunkts des Signals. Die Übergänge zwischen Start- und Endpunkt verursachen Sprünge im Signal, die Hochfrequenz-Störspitzen einführen.



Durch Anwendung eines Fensters auf das YT-Signal wird das Signal geändert, sodass die Start- und Stoppwerte nahe beieinander liegen und FFT-Signalsprünge reduziert werden.

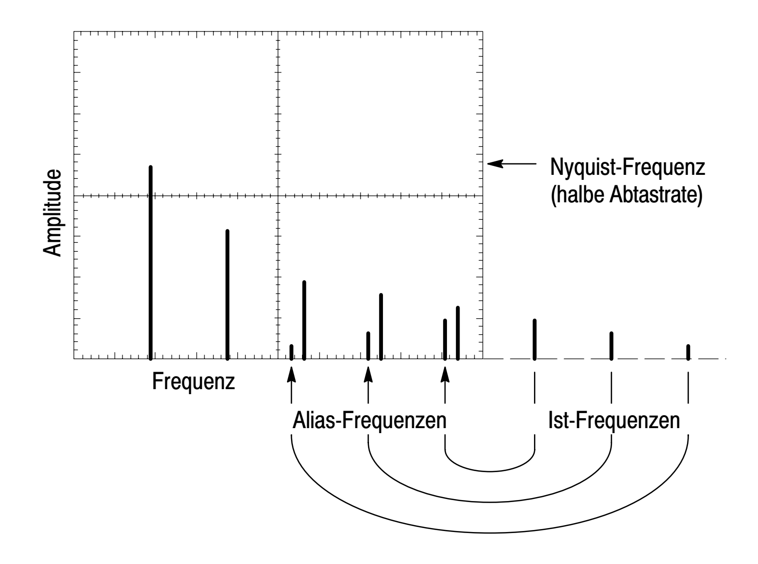


Die Funktion Math-FFT umfasst drei FFT-Fensteroptionen. Bei jedem Fenstertyp muss zwischen Frequenzauflösung und Amplitudengenauigkeit abgewogen werden. Die zu messenden Parameter und die Eigenschaften des Quellensignals helfen Ihnen bei der Auswahl des Fensters.

Fenster	Messung	Technische Daten
Hanning	Periodische Signale	Höhere Frequenz-, geringere Größengenauigkeit als Flattop
Flattop	Periodische Signale	Höhere Größen-, geringere Frequenzgenauigkeit als Hanning
Rectangular	Impulse oder Transienten	Spezialfenster für Signale, die keine Sprünge aufweisen. Das Ergebnis ist im Wesentlichen identisch mit dem Ergebnis ohne verwendetes Fenster.

FFT-Aliasing

Probleme treten dann auf, wenn das Oszilloskop ein Zeitbereichssignal mit Frequenzanteilen erfasst, die größer sind als die Nyquist-Frequenz (siehe *Nyquist-Frequenz* auf Seite 5-3). Frequenzanteile oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst und erscheinen als niedrigere Frequenzanteile, die um die Nyquist-Frequenz herum „zurückgefaltet" werden. Diese nicht korrekten Komponenten werden Aliase genannt.



Ausschalten von Aliasing

Um Aliasing auszuschalten, versuchen Sie es mit folgenden Maßnahmen:

- Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um eine schnellere Abtastrate einzustellen. Da Sie mit der Abtastrate auch die Nyquist-Frequenz erhöhen, werden die Alias-Frequenzkomponenten mit der korrekten Frequenz angezeigt. Wenn auf dem Bildschirm zu viele Frequenzanteile erscheinen, können Sie die FFT-Zoom-option verwenden, um das FFT-Spektrum zu vergrößern.

- Falls die Anzeige von Frequenzanteilen über 20 MHz für Sie unwichtig ist, schalten Sie die Bandbreitenbegrenzung ein.
- Sie können auch einen externen Filter an das Quellensignal anlegen, um seine Bandbreite auf Frequenzen unterhalb der Nyquist-Frequenz zu beschränken.
- Erkennen und ignorieren Sie die Aliasfrequenzen.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion und die Cursor zur Vergrößerung und Messung des FFT-Spektrums.

Vergrößerung und Messung eines FFT-Spektrums

Sie können das FFT-Spektrum vergrößern und mit den Cursorn Messungen daran durchführen. Das Oszilloskop verfügt über eine FFT-Zoomoption zur horizontalen Vergrößerung. Zur vertikalen Vergrößerung verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente.

Horizontalzoom und Position

Mit der FFT-Zoomoption können Sie das FFT-Spektrum horizontal vergrößern, ohne dabei die Abtastrate zu verändern. Es gibt die Zoomfaktoren X1 (Vorgabe), X2, X5 und X10. Bei einem Zoomfaktor von X1 und dem im Raster zentrierten Signal liegt die linke Rasterlinie auf 0 Hz und die rechte Rasterlinie auf der Nyquist-Frequenz.

Wenn Sie den Zoomfaktor ändern, wird das FFT-Spektrum auf der mittleren Rasterlinie vergrößert. Mit anderen Worten ist die mittlere Rasterlinie der Bezugspunkt der horizontalen Vergrößerung.

Drehen Sie den Knopf **HORIZONTAL POSITION** im Uhrzeigersinn, um das FFT-Spektrum nach rechts zu verschieben. Drücken Sie die Taste **AUF NULL SETZEN**, um die Spektrumsmitte auf die Rastermitte zu setzen.

Vertikalzoom und Position

Wenn das FFT-Spektrum angezeigt wird, werden die Drehknöpfe für den vertikalen Kanal zu vertikalen Zoom- und Positionssteuerungen für den jeweiligen Kanal. Über den Drehknopf VOLTS/DIV lassen sich die Zoomfaktoren X0,5, X1 (Vorgabe), X2, X5 und X10 einstellen. Das FFT-Spektrum wird rund um den M-Marker vertikal vergrößert (Referenzpunkt des berechneten Signals auf der linken Bildschirmseite).

Drehen Sie den Knopf **VERTIKAL POSITION** im Uhrzeigersinn, um das Spektrum für den Quellkanal nach oben zu verschieben.

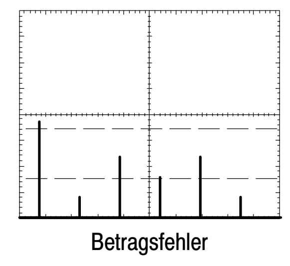
Messung eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorn

An FFT-Spektren lassen sich zwei Messungen vornehmen: Betrag (in dB) und Frequenz (in Hz). Der Betrag wird auf 0 dB bezogen, wobei 0 dB gleich 1 V_{EFF}.

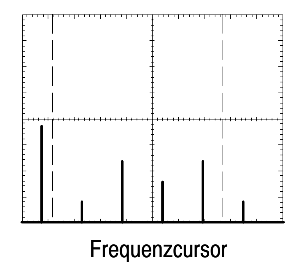
Mit den Cursorn können Sie Messungen mit jedem Zoomfaktor durchführen. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Quelle** ▸ **FFT**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Typ**, um entweder **Betrag** oder **Frequenz** auszuwählen.
4. Verschieben Sie Cursor 1 und 2 mithilfe des Mehrfunktions-Drehknopfs.

Mit den horizontalen Cursorn messen Sie den Betrag, mit den vertikalen Cursorn die Frequenz. Die Differenz (Delta) zwischen den beiden Cursorn wird angezeigt, der Wert an Cursorposition 1 und der Wert an Cursorposition 2. Delta ist der Absolutwert von Cursor 1 minus Cursor 2.



Betragsfehler



Frequenzcursor

Sie können auch eine Frequenzmessung durchführen, ohne die Cursor zu verwenden. Hierzu drehen Sie den Knopf Horizontal Position, um einen Frequenzanteil auf der mittleren Rasterlinie zu platzieren, und lesen die Frequenz oben rechts von der Anzeige ab.

Kommunikation (RS-232 und Centronics)

Kommunikation (RS-232 und Centronics)

In diesem Kapitel werden die Verwendung der Kommunikationsfunktionen des Oszilloskops und die Durchführung folgender Aufgaben erläutert:

- Übertragen einer Bildschirmdarstellung an ein externes Gerät (Drucker oder Computer)
- Einrichten und Überprüfen der RS-232-Schnittstelle

Hinweise dazu, wie Sie Daten mithilfe der OpenChoice Desktop-Software vom Oszilloskop an einen PC übertragen, finden Sie im Benutzerhandbuch für die TDSPCS1-Software.

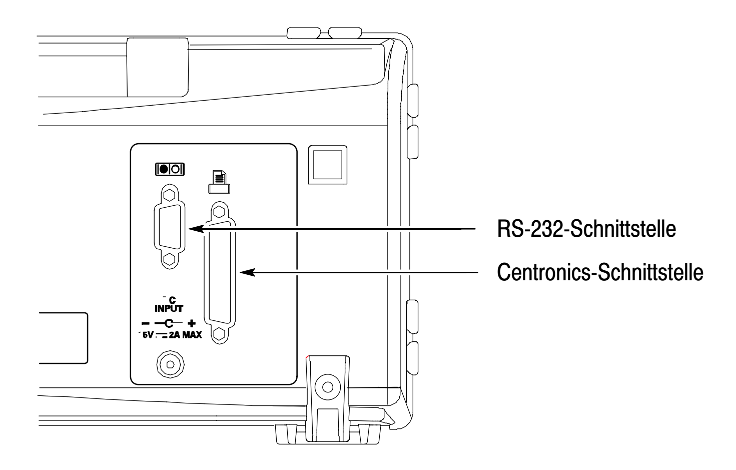


WARNUNG. *Mit dem P2220–Tastkopf–Referenzleiter dürfen keine potenzialfreien Messungen über 30 V_{eff} vorgenommen werden. Verwenden Sie den Tastkopf P5120 (für potenzialfreie Messungen bis 600 V_{eff} CAT II bzw. 300 V_{eff} CAT III) oder einen ähnlich ausgelegten, passiven Hochspannungstastkopf oder einen entsprechend ausgelegten Hochspannungs–Differentialtastkopf zum Durchführen von potenzialfreien Messungen über 30 V_{eff}, entsprechend den Kenndaten eines solchen Hochspannungstastkopfs.*

Im Start–Banner des Oszilloskops wird eine Warnmeldung angezeigt, die der oben aufgeführten ähnelt. Durch den ersten RS–232–Befehl, den das Oszilloskop empfängt, wird diese Warnmeldung gelöscht.

Übertragen einer Bildschirmdarstellung an ein externes Gerät

Vom Oszilloskop lässt sich eine Bildschirmdarstellung an ein externes Gerät wie einen Drucker oder Computer übertragen.



Druckereinrichtung

Zum Einrichten eines Druckers gehen Sie wie folgt vor:

1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
2. Drücken Sie **DIENSTPRGM** ▸ **Optionen** ▸ **Druckereinstellung**.
3. Drücken Sie die Optionstasten, um die Einstellungen auf den von Ihnen verwendeten Drucker abzustimmen. In der folgenden Tabelle sind die Einstellungen aufgeführt, die geändert werden können.

Option	Einstellungen	Anmerkung
Taste DRUCKEN	Druckt	Informationen zu anderen Einstellungen finden Sie auf Seite 7-1.
Drucker-anschluss	Centronics, RS-232	Zum Anschluss des Oszilloskops an den Drucker verwendete Kommunikationsschnittstelle.
Drucker-format*	DPU411, DPU412, DPU3445, Thinkjet, Deskjet, Laser Jet, Bubble Jet, Epson Dot, Epson C60, Epson C80, BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE	Gerätetyp, der an die Kommunikationsschnittstelle angeschlossen ist, oder Dateiformat.
Format	Hochformat, Querformat	Legt die Seitenausrichtung des bedruckten Mediums fest.
Ink Saver	Ein, Aus	Druckt die Bildschirmdarstellung auf weißem Hintergrund.
Druck-vorgang abbrechen		Die Übertragung der Bildschirmdarstellung an den Drucker wird abgebrochen.

* **Eine Liste kompatibler Drucker finden Sie auf der Webseite www.Tektronix.com/printer_setup.**

In der folgenden Tabelle sind die Dateiformate aufgeführt.

Dateiformat	Erweiterung	Anmerkung
BMP	BMP	Standardformat; bei diesem Bitmap-Format wird ein verlustfreier Kompressionsalgorithmus verwendet. Das Format ist mit den meisten Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulations-programmen kompatibel.
PCX	PCX	DOS-Paintbrush-Format
TIFF	TIF	Tagged Image File Format
RLE	RLE	Run-Length Encoding (Lauflängenkodierung); bei diesem Format wird ein verlustfreier Kompressionsalgorithmus verwendet.
EPSIMAGE	EPS	Postscript-Format

HINWEIS. *Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen so lange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste GRUNDEINSTELLUNG betätigt wird.*

Wenn Sie die RS-232-Schnittstelle verwenden, müssen auch die Anschlussparameter für Ihren Drucker richtig eingestellt werden.

Überprüfen des Druckeranschlusses

Zur Überprüfung des Druckeranschlusses verfahren Sie wie folgt:

1. Wenn das Oszilloskop bereits an einen Drucker angeschlossen ist, fahren Sie mit Schritt 4 fort.
2. Schalten Sie Oszilloskop und Drucker aus.
3. Schließen Sie das Oszilloskop über das entsprechende Kabel an den Drucker an.

4. Schalten Sie Oszilloskop und Drucker ein.
5. Sofern noch nicht geschehen, richten Sie jetzt den Drucker richtig ein. Siehe Seite 6-3.
6. Drücken Sie die Taste **DRUCKEN**. Je nach ausgewähltem Drucker beginnt der Drucker binnen 20 Sekunden mit der Ausgabe der Oszilloskopdaten.

Drucken einer Oszilloskop-Bildschirmdarstellung

Zum Drucken einer Bildschirmdarstellung drücken Sie die Taste **DRUCKEN**. Das Oszilloskop benötigt einige Sekunden zum Erfassen der Bildschirmdarstellung. Wie lange es dauert, hängt von den Druckereinstellungen und der Druckgeschwindigkeit ab. Je nach ausgewähltem Format kommen noch einige Sekunden hinzu.

HINWEIS. *Während der Drucker druckt, können Sie das Oszilloskop ganz normal weiter verwenden.*

Einrichten und Überprüfen der RS-232-Schnittstelle

Unter Umständen muss die RS-232-Schnittstelle eingerichtet und überprüft werden. RS-232 ist eine serielle 8-Bit-Standardschnittstelle zur Datenübertragung zwischen dem Oszilloskop und einem externen Gerät mit RS-232-Anschluss, z.B. einem Computer, Terminal oder Drucker. Bei diesem Standard wird zwischen zwei Gerätetypen unterschieden: Datenendeinrichtung (DTE) und Datenübertragungseinrichtung (DCE). Beim Oszilloskop handelt es sich um ein DTE-Gerät.

Im *RS-232-Anschlussstiftbelegungs-Diagramm* auf Seite 6-12 sind die Pinbelegung und Signalzuweisungen des 9-poligen RS-232-Steckers zu sehen.

Auswahl des richtigen RS-232-Kabels

Zum Anschluss vom Oszilloskop an ein externes Gerät ist ein RS-232-Kabel erforderlich. Die folgende Tabelle hilft Ihnen bei der Auswahl des richtigen Kabels.

Zum Anschluss des Oszilloskops an	Diesen Kabeltyp verwenden	Tektronix-Teilenummer
PCs mit 9-poligem seriellen Anschlussstecker	9-polige Buchse auf 9-polige Buchse, Nullmodem.	012-1379-00
PCs mit 25-poligem seriellen Anschlussstecker	9-polige Buchse auf 25-polige Buchse, Nullmodem.	012-1380-00
Sun Workstations und serielle Drucker (z.B. HP Deskjet)	9-polige Buchse auf 25-poligen Stecker, Nullmodem.	012-1298-00
Telefonmodems	9-polige Buchse auf 25-poligen Stecker, Modem.	012-1241-00

Anschluss eines externen Gerätes

Zum Anschließen des Oszilloskops an ein externes RS-232-Gerät verfahren Sie wie folgt:

- Verwenden Sie das richtige Kabel (siehe Tabelle auf Seite 6-6).
- Das Kabel sollte höchstens 15 m lang sein.
- Schalten Sie das Oszilloskop und das externe Gerät aus, bevor Sie das Verbindungskabel daran anschließen.

HINWEIS. *Informationen zum Anschließen von externen Geräten beim Durchführen von potenzialfreien Messungen finden Sie unter* ”Durchführen von potenzialfreien Messungen” *auf Seite 1-4.*

RS-232-Einstellungen

Zur Einstellung der RS-232-Schnittstelle des Oszilloskops verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **DIENSTPGM**, um das Menü Dienstprogramm aufzurufen.
2. Drücken Sie **Optionen ▸ RS-232-Einstellungen**.
3. Drücken Sie die Optionstasten, um die Einstellungen auf das von Ihnen verwendete externe Gerät abzustimmen. In der folgenden Tabelle sind die Einstellungen aufgeführt, die geändert werden können.

HINWEIS. *Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen so lange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste GRUNDEINSTELLUNG betätigt wird.*

Option	Einstellungen	Anmerkung
Auf Vorgaben rücksetzen		Hierüber wird die RS-232-Schnittstelle auf die Werkseinstellung (Baud=9600, Flow=hardflagging, EOL String=LF, Parity=None) gesetzt.
Baud	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200	Dient zur Einstellung der Datenübertragungsrate.
Fluss-steuerung	Hardflagging, Softflagging, None	Zur Einstellung der Datenflusssteuerung (Softflagging = Xon/Xoff, Hardflagging = RTS/CTS). Verwenden Sie Hardware Flagging zur Übertragung von Binärdaten.
EOL-String	CR, LF, CR/LF, LF/CR	Zur Einstellung des vom Oszilloskop übertragenen End-of-Line-Terminators. Das Oszilloskop kann jeden EOL-String empfangen.
Parität	None, Even, Odd	Hängt an jedes Zeichen ein Fehlerprüfbit (neuntes Bit) an.

HINWEIS. *Wenn Sie die Option Parität auf None setzen, verwendet das Oszilloskop 8 Datenbits und 1 Stopp-Bit. Wenn Sie die Option Parität auf Even oder Odd setzen, verwendet das Oszilloskop 7 Datenbits und 1 Stopp-Bit.*

Mithilfe der im Lieferumfang des Oszilloskops enthaltenen OpenChoice Desktop-Software können Sie nun Daten vom Oszilloskop auf Ihren PC übertragen. Falls die Software nicht funktioniert, sollten Sie die RS-232-Schnittstelle überprüfen.

Zur Überprüfung der RS-232-Schnittstelle des Oszilloskops verfahren Sie wie folgt:

1. Schließen Sie das Oszilloskop mit einem passenden RS-232-Kabel an einen PC an. Siehe Tabelle auf Seite 6-6.
2. Schalten Sie den PC ein.
3. Starten Sie auf dem PC ein Terminal-Emulationsprogramm wie beispielsweise Microsoft Windows Hyperterminal. Stellen Sie sicher, dass die serielle PC-Schnittstelle wie folgt eingestellt ist:

Funktion	Einstellung
Baudrate	9600
Datenflusssteuerung	Hardflagging
Parität	keine

Außerdem müssen Sie das Terminal-Emulationsprogramm so einrichten, dass die gesendeten Zeichen angezeigt werden. Durch das Aktivieren von Echo und CR/LF wird verhindert, dass sich die Zeilen überlappen.

4. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
5. Drücken Sie die Taste **DIENSTPGM**, um das Menü Dienstprogramm aufzurufen.
6. Drücken Sie **Optionen** ▸ **RS-232-Einstellungen**.
7. Vergewissern Sie sich, dass die Menüeinstellungen den in der Tabelle auf Seite 6-8 aufgeführten Einstellungen entsprechen.
8. Geben Sie `ID?` in das PC-Terminalprogramm ein, und drücken Sie danach die Eingabetaste, um den Befehl abzuschicken. Das Oszilloskop antwortet mit seinem Identifikations-String, der ungefähr so aussehen sollte:

   ```
   ID TEK/TPS 2024,CF:91.1CT,FV:V10.00
   ```

HINWEIS. *Eine kurze Erläuterung zur Befehlseingabe finden Sie auf Seite 6-13.*

Ausführliche Informationen zu Befehlen finden Sie in der Programmieranleitung der Digitaloszilloskope der Serie TDS200, TDS1000, TDS2000 und TPS2000.

RS-232-Fehlerbehebung

Falls bei der Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und dem externen Gerät (Computer oder Drucker) Probleme auftreten, verfahren Sie wie folgt:

1. Stellen Sie sicher, dass das richtige RS-232-Kabel angeschlossen wurde. Überprüfen Sie, ob für das externe Gerät ein Nullmodem oder eine direkte Verbindung erforderlich ist. Informationen über RS-232-Kabel erhalten Sie auf Seite 6-6.

2. Stellen Sie sicher, dass das RS-232-Kabel ordnungsgemäß an das Oszilloskop und den richtigen Anschluss des externen Gerätes angeschlossen wurde.
3. Überprüfen Sie, ob der Drucker oder das Programm auf Ihrem PC den gleichen Anschluss verwendet, an den auch das RS-232-Kabel angeschlossen ist. Starten Sie das Programm bzw. den Drucker erneut.
4. Stellen Sie sicher, dass die RS-232-Einstellungen vom Oszilloskop mit den vom externen Gerät verwendeten Einstellungen übereinstimmen.
   a. Legen Sie die RS-232-Einstellungen für das externe Gerät fest.
   b. Drücken Sie die Taste **DIENSTPGM**, um das Menü Dienstprogramm aufzurufen.
   c. Drücken Sie **Optionen** ▸ **RS-232-Einstellungen**.
   d. Stellen Sie das Oszilloskop so ein, dass die Einstellungen mit denen auf dem externen Gerät übereinstimmen.
   e. Starten Sie die kostenlose OpenChoice Desktop-Software erneut.
   f. Starten Sie das Terminal-Emulationsprogramm bzw. den Drucker erneut.
5. Stellen Sie auf dem Oszilloskop und dem externen Gerät gegebenenfalls eine langsamere Baudrate ein.
6. Falls nur ein Teil der Druckerdatei ankommt, probieren Sie folgende Maßnahmen:
   a. Stellen Sie einen längeren Timeout für das externe Gerät ein.
   b. Stellen Sie sicher, dass der Drucker auf den Empfang einer Binärdatei (und keiner Textdatei) eingestellt wurde.

Übertragen von Binärdaten

Um Binärdaten über die RS-232-Schnittstelle an das Oszilloskop übertragen zu können, muss die Schnittstelle wie folgt eingestellt werden:

- Verwenden Sie Hardware Flagging (RTS/CTS), wann immer dies möglich ist. Hardware Flagging ist ein Garant dafür, dass kein Datenverlust auftritt.
- Alle 8 Binärdaten-Bits enthalten sinnvolle Informationen. Um sicherzustellen, dass alle 8 Bits empfangen oder gesendet werden, muss das externe RS-232-Gerät so konfiguriert werden, dass es 8-Bit-Zeichen überträgt und empfängt (d.h. die RS-232-Wortlänge muss auf 8 Bit gestellt sein).

Ausgabe von RS-232-E/A-Fehlern

Bei Problemen mit Parität, Rahmensynchronisierung oder Eingangs/ Ausgangs-Pufferspeicherüberlauf werden Fehler gemeldet. Um Fehler zu melden, gibt das Oszilloskop einen Ereigniscode aus. Bei Auftreten eines Fehlers werden alle Ein- und Ausgänge verworfen, und das Oszilloskop wartet einen neuen Befehl ab.

Überprüfung des Befehlsstatus

Wenn Sie den Status jedes einzelnen gesendeten Befehls überprüfen möchten, hängen Sie eine *STB?-Abfrage an jeden Befehl an, und lesen Sie die Antwort darauf.

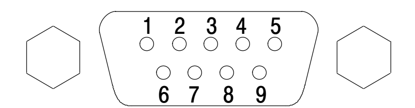
Verarbeitung von Unterbrechungssignalen

Wenn das Oszilloskop ein Unterbrechungssignal auf der RS-232-Schnittstelle erkennt, antwortet es mit DCL gefolgt von einem EOL-Terminator (End of Line). Intern reagiert das Oszilloskop, als hätte es einen GPIB <DCL>-Befehl (device clear) erhalten, der es zum Löschen des Inhalts der Ein- und Ausgangspufferspeicher und zum Abwarten eines neuen Befehls veranlasst. Durch Unterbrechungssignale werden weder die Oszilloskopeinstellungen oder Speicherdaten verändert, noch werden der Betrieb der Frontplatte oder die nicht programmierbaren Funktionen unterbrochen.

Wird ein Unterbrechungssignal mitten in einem Zeichenstrom gesendet, können einige Zeichen unmittelbar vor oder nach der Unterbrechung verloren gehen. Der Controller wartet den Empfang des Strings DCL und des EOL-Abschlussstrings ab, bevor weitere Zeichen gesendet werden.

RS-232-Anschlussstiftbelegungsdiagramm

In der folgenden Abbildung sehen Sie die Pinbelegung und Signalzuweisung des RS-232-Steckers.



1	Ohne Belegung	
2	Dateneingang (RxD)	(Eingang)
3	Datenübertragung (TxD)	(Ausgang)
4	Datenendgerät bereit (DTR)	(Ausgang)
5	Signalerdung (GND)	
6	Datenset bereit (DSR)	(Eingang)
7	Sendeanforderung (RTS)	(Ausgang)
8	Sendebereit (CTS)	(Eingang)
9	Ohne Belegung	

Befehlseingabe

Beachten Sie die folgenden allgemeinen Regeln bei der Eingabe von Oszilloskopbefehlen über die RS-232-Schnittstelle:

- Befehle können in Groß- und Kleinbuchstaben eingegeben werden.
- Viele Oszilloskop-Befehle lassen sich abkürzen. Diese Abkürzungen werden in Großbuchstaben angegeben. So lässt sich beispielsweise statt des langen Befehls `ACQuire:NUMAVg` einfach die Abkürzung `ACQ:NUMAV` bzw. `acq:numav` eingeben.
- Jedem Befehl können Leerzeichen vorangestellt werden. Zu diesen Leerzeichen zählt jede Kombination aus den ASCII-Steuerzeichen 00 bis 09 und 0B bis 20 hexadezimal (0 bis 9 und 11 bis 32 dezimal).
- Befehle, die nur aus einer Kombination von Leerzeichen und Zeilenvorschub bestehen, werden vom Oszilloskop ignoriert.

Weitere Informationen finden Sie in der *Programmieranleitung der Digitaloszilloskope der Serie TDS200, TDS1000, TDS2000 und TPS2000* (071-1075-XX).

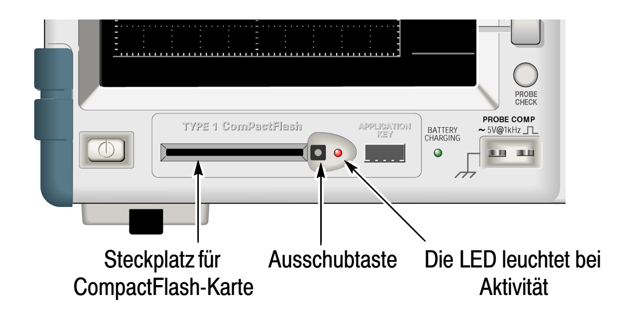
Entnehmbarer Massenspeicher

Entnehmbarer Massenspeicher

Das Oszilloskop enthält einen entnehmbaren Massenspeicher in Form einer CompactFlash-Karte vom Typ 1. Daten können auf der CompactFlash-Karte gespeichert und von dieser abgerufen werden.

Einstecken und Entnehmen der CompactFlash-Karte

An der Vorderseite des Oszilloskops befindet sich ein Steckplatz für CompactFlash-Karten vom Typ 1.



Zum Einsetzen einer CompactFlash-Karte verfahren Sie wie folgt:

1. Richten Sie die Karte am Kartensteckplatz des Oszilloskops aus. Karten vom Typ 1 sind gekennzeichnet.
2. Schieben Sie die Karte in den Steckplatz ein, bis sie mit der Gerätevorderseite abschließt. Falls die Karte sich nicht mühelos einstecken lässt, nehmen Sie sie heraus und stecken sie richtig herum ein.

Zum Entnehmen einer CompactFlash-Karte verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Ausschubtaste, und lassen Sie sie wieder los, bis die Taste die volle Größe hat.
2. Drücken Sie die Ausschubtaste erneut, um die Karte aus dem Steckplatz auszuwerfen.
3. Ziehen Sie die CompactFlash-Karte aus dem Kartenschlitz an der Gerätevorderseite.

Ursprüngliche Lesedauer von CompactFlash-Karten

Die interne Struktur einer CompactFlash-Karte wird bei jedem Einstecken in das Oszilloskop gelesen. Die Zeit bis zum Abschluss des Lesevorgangs hängt von der Kartengröße und -formatierung ab.

Sie können die ursprüngliche Lesedauer von CompactFlash-Karten mit 64 MB oder mehr erheblich verkürzen, indem Sie die CompactFlash-Karte im Oszilloskop formatieren.

Formatieren einer CompactFlash-Karte

Durch die Formatierungsfunktion werden alle Daten auf der CompactFlash-Karte gelöscht. Verfahren Sie wie folgt, um eine CompactFlash-Karte zu formatieren:

1. Stecken Sie eine CompactFlash-Karte in den Steckplatz ein.
2. Drücken Sie die Taste **DIENSTPGM**, um das Menü Dienstprogramm aufzurufen.
3. Drücken Sie **Dateihilfsprogramme** ▸ **Weiter** ▸ **Format**.
4. Wählen Sie die Option **Ja** aus, um die CompactFlash-Karte zu formatieren.

Kapazität von CompactFlash-Karten

Vom Oszilloskop können die folgenden Dateitypen und die folgende Anzahl von Dateien pro 1 MB CompactFlash-Kartenspeicher gespeichert werden:

- 5 Alle-speichern-Aktionen; siehe Beschreibung auf Seite 7-4 und Seite 9-29
- 16 Bilddateien (die tatsächliche Speicherkapazität hängt vom Bildformat ab), siehe Beschreibung auf Seite 7-7 und Seite 9-30
- 250 Dateien mit Oszilloskopeinstellungen (SET-Dateien), siehe Beschreibung auf Seite 9-31
- 18 Signaldateien (CSV-Dateien), siehe Beschreibung auf Seite 9-32

Konventionen für die Dateiverwaltung

Für das Oszilloskop gelten bei Massenspeicherungen die folgenden Konventionen für die Dateiverwaltung:

- Der verfügbare Speicherplatz auf der CompactFlash-Karte wird geprüft, bevor Dateien geschrieben werden. Falls nicht mehr genügend Speicherplatz zum Speichern der Dateien vorhanden ist, wird eine Warnmeldung angezeigt.
- Der hier gebrauchte Begriff „Verzeichnis“ steht für einen Verzeichnisort auf der CompactFlash-Karte.
- Das Standardverzeichnis für die Funktionen zum Speichern und Abrufen von Dateien ist das aktuelle Verzeichnis.
- Das Stammverzeichnis ist A:\.
- Beim Einschalten des Oszilloskops oder beim Einstecken einer CompactFlash-Karte nach dem Einschalten wird das aktuelle Verzeichnis auf A:\ zurückgesetzt.

- Dateinamen können bis zu acht Zeichen enthalten, gefolgt von einem Punkt und der Dateinamenerweiterung mit bis zu drei Zeichen.
- Vom Betriebssystem des PC erstellte lange Dateinamen werden mit dem vom Betriebssystem gekürzten Dateinamen angezeigt.
- Die Dateinamen werden in Großbuchstaben angegeben.

Mit dem Menü Dateihilfsprogramme können Sie die folgenden Aufgaben ausführen:

- Den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auflisten
- Eine Datei oder ein Verzeichnis auswählen
- In andere Verzeichnisse gelangen
- Dateien und Verzeichnisse erstellen, umbenennen und löschen
- Die CompactFlash-Karte formatieren

Einzelheiten zum Menü DIENSTPGM ▸ Dateihilfsprogramme finden Sie auf Seite 9-49.

Verwenden der Funktion Speichern der Taste DRUCKEN

Sie können mithilfe einer der folgenden Optionen die Funktion der Taste DRUCKEN ändern:

- **SPEICHERN/ABRUFEN ▸ Alle speichern ▸ Taste DRUCKEN**
- **DIENSTPGM ▸ Optionen ▸ Druckereinstellung**

Option der Taste DRUCKEN	Anmerkung
Speichert alles	Stellt die Taste so ein, dass alle aktiven Oszilloskopdaten (Signale, Bildschirminhalt, Einstellungen) als Dateien in einem neuen Unterverzeichnis des aktuellen Verzeichnisses der CompactFlash-Karte gespeichert werden.
Bild speichern	Stellt die Taste so ein, dass der Bildschirminhalt als Datei auf der CompactFlash-Karte gespeichert wird.
Druckt	Auf der Seite 6-3 finden Sie Informationen zum Einrichten des Druckers.

HINWEIS. *Eine LED neben der Taste DRUCKEN leuchtet. Damit wird die alternative Funktion SPEICHERN angegeben, mit der Daten auf die CompactFlash-Karte geschrieben werden.*

Speichert alles

Mit dieser Option können Sie alle aktuellen Daten des Oszilloskops in Dateien auf der CompactFlash-Karte speichern. Bevor Daten auf der Karte gespeichert werden können, müssen Sie die Taste DRUCKEN für die alternative Funktion SPEICHERN konfigurieren. Wählen Sie dazu **SPEICHERN/ABRUFEN ▸ Alle speichern ▸ Taste DRUCKEN ▸ Speichert alles**.

Wenn Sie die Taste **SPEICHERN** drücken, erstellt das Oszilloskop ein neues Verzeichnis auf der CompactFlash-Karte und speichert die Daten in separaten Dateien im neuen Verzeichnis, wobei die aktuellen Oszilloskop- und Dateiformateinstellungen angewendet werden. Das Verzeichnis wird ALLnnnn benannt.

Quelle	Dateiname
CH(x)	FnnnnCHx.CSV, wobei nnnn eine automatisch erzeugte Ziffer ist und x für die Kanalnummer steht.
MATH	FnnnnMTH.CSV
Ref(x)	FnnnnRFx.CSV, wobei es sich bei x um den Buchstaben des Referenzspeichers handelt.
Bildschirm-darstellung	FnnnnTEK.???, wobei ??? das aktuelle Dateiformat zum Speichern von Bilddateien ist.
Einstellungen	FnnnnTEK.SET

Dateityp	Inhalt und Verwendung
CSV	Enthält ASCII-Textzeichenfolgen, in denen die Zeit (in Bezug auf den Trigger) sowie die Amplitudenwerte für jeden der 2500 Signaldatenpunkte aufgeführt sind; Sie können CSV-Dateien in eine Vielzahl von Anwendungen für Tabellenkalkulationen und mathematische Analyse importieren.
Bildschirm-darstellungen	Importieren Sie Dateien in Tabellenkalkulations- und Textverarbeitungsanwendungen; der Typ der Bilddatei hängt von der jeweiligen Anwendung ab.
SET	Enthält eine ASCII-Textzeichenfolge mit einer Auflistung der Oszilloskopeinstellungen; Hilfe zum Decodieren der Zeichenfolgen finden Sie im Programmieranleitung der Digitaloszilloskope der Serie TDS200, TDS1000, TDS2000 und TPS2000.

Bild speichern

Mit dieser Option können Sie den Oszilloskopbildschirm in einer Datei namens TEKnnnn.??? speichern, wobei .??? für das eingestellte Bilddateiformat steht. Weitere Informationen erhalten Sie auf Seite 9-30.

Bevor Daten auf der CompactFlash-Karte gespeichert werden können, müssen Sie die Taste DRUCKEN für die alternative Funktion SPEICHERN konfigurieren. Wählen Sie dazu **SPEICHERN/ABRUFEN ▸ Alle speichern ▸ Taste DRUCKEN ▸ Bild speichern**.

Handhabung von TPSBAT-Akkus

Handhabung von TPSBAT-Akkus

In diesem Abschnitt werden folgende Themen behandelt:

- Pflegen von TPSBAT-Akkus
- Überprüfen des Ladestands
- Aufladen von Akkus
- Kalibrieren von Akkus
- Austauschen der Originalakkus

Pflegen von Akkus

Im Oszilloskop werden Lithium-Ionen-Akkus (Li-Ion) mit einer Mindestlebensdauer von zwei Jahren oder 300 Lade-/Entladezyklen verwendet. Wird ein Akku nicht unter den in diesem Kapitel empfohlenen Bedingungen geladen, entladen oder verwendet, verkürzt sich unter Umständen seine Lebensdauer.

Li-Ion-Akkus verfügen über einen integrierten Schutzschaltkreis, der den Ladestand überwacht. Wenn ein Akku nicht vollständig entladen oder geladen wird, akkumuliert der Schaltkreis Ladefehler. Wenn der Schaltkreis akkumulierte Fehler von über 10 % feststellt, meldet das Oszilloskop, dass der Akku nicht kalibriert ist. Die Betriebskapazität eines nicht kalibrierten Akkus kann nicht exakt angeben werden.

Wenngleich bei Li-Ion-Akkus der bei anderen Akkutypen (NiCad, NiMH) zu beobachtende Memory-Effekt nicht auftritt, sollten sie vor dem Aufladen dennoch vollständig entladen werden. Wenn Sie sich an diese Regel halten, bleibt die Akkukalibrierung erhalten. So kann das Oszilloskop die verbleibende Betriebszeit genau anzeigen.

Kontinuierliches Aufladen

Li-Ion-Akkus müssen Sie nicht kontinuierlich aufladen (Erhaltungsladung), um bei Nichtbenutzung des Oszilloskops die volle Betriebskapazität zu erhalten. Ein voll aufgeladener Li-Ion-Akku kann allerdings während des ersten Monats des Nichtgebrauchs bis zu 10 % seiner Ladung verlieren. Danach lässt die Selbstentladung nach (rund 5 % pro Monat). Wenn Sie Akkus längere Zeit lagern möchten, lesen Sie die Anweisungen zur *Langfristigen Lagerung* auf Seite 8-3.

Ladetemperatur

Laden Sie die Akkus bei einer Umgebungstemperatur von 0 bis 45 °C (32 bis 113 °F). Das Aufladen bei Temperaturen außerhalb dieses Bereichs kann dazu führen, dass die Zellen beschädigt werden oder Lecks entstehen. Am höchsten ist die Ladeeffizienz zwischen 0 und 30 °C (32 und 86 °F) bei unter 80 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Entladetemperatur

Die Akkus sind ausgelegt für den Betrieb zwischen –10 und +50 °C (–14 und +122 °F) bei unter 80 % relativer Luftfeuchtigkeit.
Der Betrieb bei Temperaturen außerhalb dieses Bereichs kann zu Schäden führen. Die Entladekapazität der Akkus lässt bei Temperaturen unter 0 °C (32 °F) und über 45 °C (113 °F) beträchtlich nach.

Niedrige Temperaturen wirken sich negativ auf die normalen elektrochemischen Reaktionen in einem Akku aus, wodurch sich die verfügbare Kapazität vermindert. Li-Ion-Akkus können zwar bis zu einer Temperatur von –20 °C (–4 °F) betrieben werden, ohne Schaden zu nehmen, die verfügbare Kapazität verringert sich unter 0 °C (32 °F) jedoch erheblich. Diesen Verlust können Sie minimieren, indem Sie die Akkus vor und während des Gebrauchs warm halten.

Kurzfristige Lagerung

Lagern Sie Akkus in einer Umgebung mit geringer Luftfeuchtigkeit, die frei von korrodierenden Gasen ist. Die Lagertemperatur muss zwischen –40 und +50 °C (–40 und +122 °F) bei unter 80 % relativer Luftfeuchtigkeit liegen. Wenn Akkus in Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit oder bei Temperaturen außerhalb des genannten Bereichs gelagert werden, können Metallteile korrodieren und Lecks entstehen.

Langfristige Lagerung

Bewahren Sie Li-Ion-Akkus bei längerfristiger Lagerung (ein Jahr und länger) an einem Ort mit einem Temperaturbereich zwischen 10 und 30 °C (50 und 86 °F) und unter 80 % relativer Luftfeuchtigkeit auf. Vor langfristiger Lagerung sollten Akkus am besten vollständig entladen werden. Laden und entladen Sie Akkus einmal pro Jahr vollständig, um interne Lecks und Leistungsverluste zu verhindern.

Betriebsdauer

Aufgrund der chemischen Reaktionen im Innern von Akkus lässt die Leistung nicht nur beim Gebrauch nach, sondern auch bei längerer Lagerung. Unsachgemäßer Gebrauch kann die Lebensdauer von Akkus verkürzen und die Leistung beeinträchtigen.

Oszilloskopfunktionen, zum Beispiel das Speichern von Daten auf eine CompactFlash-Karte, die Anzahl der verwendeten Kanäle und die Helligkeit der Anzeige, haben nur geringfügigen Einfluss auf die Lebensdauer der Akkus.

HINWEIS. *Eine erheblich verminderte Kapazität weist, auch bei ordnungsgemäßem Auf– und Entladen, auf das Ende der Akkulebensdauer hin.*

Li-Ion-Akkus müssen sachgerecht entsorgt werden. Auf Seite xi finden Sie Hinweise zu Entsorgung und Recycling von Akkus.

Transporthinweise

Aufgrund von Vorschriften bezüglich des Transports von Lithium-Ionen-Akkus (Li-Ion) in Passagierflugzeugen gelten für dieses Produkt unter Umständen spezielle Transportbeschränkungen. Wenden Sie sich an Ihre Fluggesellschaft, um Näheres zu Gültigkeit und Umfang spezieller Bestimmungen für den Transport von Li-Ion-Akkus zu erfahren. Der TPSBAT-Lithium-Ionen-Akku enthält weniger als 8 Gramm Lithium, die einzelnen Zellen jeweils weniger als 1,5 Gramm (gemessen nach ICAO-Standard (International Civil Aviation Organization)).

Überprüfen des Ladestands und des Kalibrierungsstatus

Mit der Option DIENSTPGM ▸ Systemstatus ▸ Versch. werden die restliche Akkubetriebszeit des Oszilloskops sowie der Ladestand der Akkus angezeigt. Wenn das Oszilloskop mit dem Netzgerät betrieben wird, wird nur der Ladestand der Akkus angezeigt.

Die verbleibende Zeit wird anhand eines einmütigen Mittelwerts des Stromverbrauchs des verwendeten Akkus berechnet. Warten Sie nach dem Einschalten des Oszilloskops mindestens eine Minute, um sicherzustellen, dass ein exakter Wert angezeigt wird.

Aufladen von Akkus

Sie können die Akkus im Oszilloskop oder im externen Akkulade- gerät aufladen.

Lademethode	Ladezeit pro Akku
Oszilloskop (intern)	Bei eingeschaltetem Oszilloskop: 9 Stunden Bei ausgeschaltetem Oszilloskop: 4,5 Stunden
Extern	3 Stunden



WARNUNG. *Laden Sie einen Akku nicht bei Temperaturen unter 0 °C (32 °F) oder über 45 °C (113 °F). Wenn Sie einen Akku außerhalb dieses Temperaturbereichs laden, kann das den Akku beschädigen. Außerdem wird er dann nur teilweise geladen.*

Interne Aufladung

Das Oszilloskop verfügt über ein eingebautes Ladesystem, mit dem Akkus bei angeschlossenem Netzgerät aufgeladen werden können. Bei einem vollständig entladenen Akku sind rund 4,5 Stunden erforderlich, um ihn – bei ausgeschaltetem Oszilloskop – vollständig aufzuladen. Ist das Oszilloskop in Betrieb, kann das vollständige Aufladen bis zu 9 Stunden dauern.

Wenn im Oszilloskop zwei Akkus installiert sind, wird zunächst der Akku mit der höheren verfügbaren Kapazität vollständig aufgeladen. Anschließend wird der zweite Akku geladen.

Ebenso wird das Oszilloskop bei zwei installierten Akkus zunächst mit dem Akku mit der geringeren verfügbaren Kapazität betrieben, bis dieser vollständig entladen ist. Danach wird das Oszilloskop mit dem zweiten Akku betrieben, bis auch dieser komplett entladen ist.

Zum Aufladen eines Akkus im Oszilloskop gehen Sie wie folgt vor:

1. Setzen Sie den Akku in das Batteriefach ein. Weitere Hinweise finden Sie auf Seite 1-8.
2. Schließen Sie das Oszilloskop mit dem Netzgerät an eine externe Stromquelle an. Die grüne Anzeige AUFLADEN DER AKKUS an der Frontplatte leuchtet auf, und der Ladevorgang startet sofort.

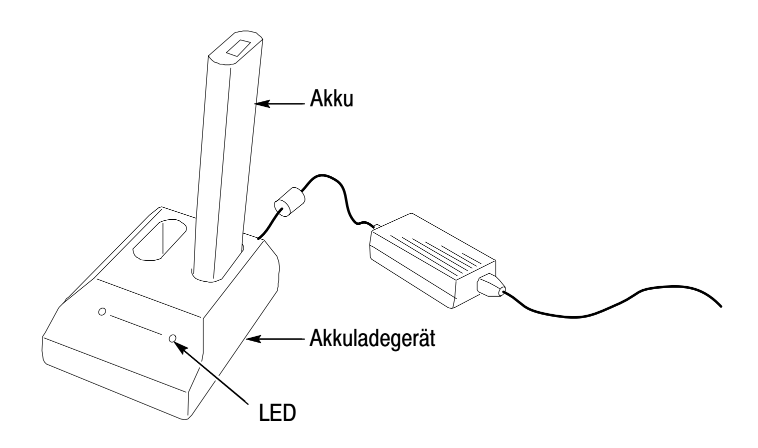
Externe Aufladung

Mit dem optionalen TPSCHG-Akkuladegerät (siehe *Optionales Zubehör,* Seite B-2) können Sie Akkus extern aufladen. Ausführliche Hinweise finden Sie im Handbuch des externen Ladegeräts.

Zum Aufladen mit dem externen Ladegerät gehen Sie wie folgt vor:

1. Setzen Sie bis zu zwei Akkus in die Ladefächer des Ladegeräts ein. Akkus sind gepolt, sodass sie nur auf eine Weise eingesetzt werden können.
2. Der Ladevorgang beginnt sofort.

   LEDs zeigen an, welcher Akku geladen wird. Außerdem informieren sie über den Ladestand und den Abschluss des Ladevorgangs.



Teilladung

Das wiederholte Aufladen teilentladener Akkus führt dazu, dass sie mit der Zeit ihre Kalibrierung verlieren.

Kalibrieren von Akkus

Die Kalibrierung bezieht sich auf die Fähigkeit eines Akkus, seine aktuelle Kapazität anzugeben. Anhand dieser Angabe berechnet das Oszilloskop, wie lange es unter den aktuellen Bedingungen noch betriebsfähig ist.

Nach mehreren Entlade- und Ladezyklen, in denen ein Akku nicht vollständig entladen wird, verliert der Akku seine Kalibrierung. Wenn Sie einen Akku beispielsweise pro Tag bis zu einer Stunde lang benutzen und nach jedem Gebrauch wieder aufladen, ist der Akku nach einer gewissen Zeit nicht mehr richtig kalibriert.

Die verbleibende Betriebsdauer eines nicht kalibrierten Akkus kann nicht exakt angeben werden.

Die Grundidee der Kalibrierung besteht darin, den Akku erst vollständig aufzuladen, dann komplett zu entladen und schließlich wieder vollständig aufzuladen. Dies geschieht beim externen Ladegerät im Rahmen der Kalibrierroutine, bei der internen Lademethode Schritt für Schritt.

Externe Kalibrierung

Sie können Akkus mit dem optionalen TPSCHG-Akkuladegerät (siehe Seite B-2) kalibrieren. Ausführliche Hinweise finden Sie im Handbuch des Akkuladegeräts.

Zum Kalibrieren der Akkus gehen Sie wie folgt vor:

1. Setzen Sie den Akku in das linke Ladefach des Ladegeräts ein.

2. Drücken Sie die Taste **Push to Recalibrate Left Battery Bay**.

Das Ladegerät lädt den Akku auf, entlädt ihn und lädt ihn anschließend erneut vollständig auf. Damit wird er wieder in einen vollständig kalibrierten Zustand versetzt. Die Kalibrierung kann bis zu zehn Stunden dauern. Wegen des hohen Zeitaufwands für den Entlade-/Ladezyklus empfiehlt es sich, die Kalibrierung über Nacht vorzunehmen.

Interne Kalibrierung

Auch wenn Sie nicht über ein TPSCHG-Akkuladegerät verfügen, können Sie einen Akku kalibrieren, und zwar im Oszilloskop. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Schalten Sie das Oszilloskop aus, um eine höhere Laderate zu ermöglichen.
2. Schließen Sie das Oszilloskop mit dem Netzgerät pro Akku rund 5 Stunden lang an eine externe Stromquelle an.
3. Trennen Sie das Oszilloskop vom Netzgerät.
4. Drücken Sie den Netzschalter auf der Vorderseite, um das Oszilloskop einzuschalten.
5. Benutzen Sie das Oszilloskop, bis es sich abschaltet, was darauf hinweist, dass der Akku vollständig entladen ist (ca. 5,5 Stunden pro Akku bei 2-Kanal- und 4,4 Stunden bei 4-Kanal-Modellen).
6. Schließen Sie das Oszilloskop erneut mit dem Netzgerät pro Akku rund 5 Stunden lang an eine externe Stromquelle an. Schalten Sie das Oszilloskop während dieser Zeit nicht an.

Wenn der Akku nicht vollständig aufgeladen und kalibriert wird, wiederholen Sie den Kalibriervorgang. Schlägt auch der zweite Versuch fehl, sollten Sie den Akku austauschen.

Austauschen von Akkus

Folgen Sie den Anweisungen auf Seite1-8, um Akkus herauszunehmen und zu ersetzen.

HINWEIS. *Ersetzen Sie Li-Ion-Akkus ausschließlich durch Akkus des folgenden empfohlenen Typs und Modells: TPSBAT.*

Li-Ion-Akkus müssen sachgerecht entsorgt werden. Auf Seite xi finden Sie Hinweise zu Entsorgung und Recycling von Akkus.

Um bei einem neuen Akku die optimale Leistung zu erzielen, müssen Sie ihn wie auf Seite 8-6 beschrieben vollständig aufladen.

Referenz

Referenz

In diesem Kapitel werden die Menüs und Bedienungsdetails zu den einzelnen Menütasten oder Drehknöpfen auf der Frontplatte erläutert.

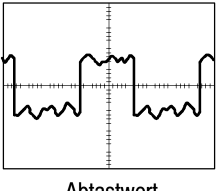
Erfassung

Drücken Sie die Taste ERFASSUNG, um die Erfassungsparameter festzulegen.

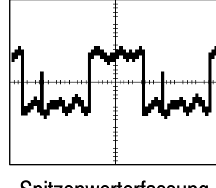
Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Abtastung		Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung, die sich zur Erfassung und präzisen Anzeige der meisten Signale eignet.
Spitzenwerterfassung		Wird zur Erkennung von Glitches und zur Reduzierung von Aliasing eingesetzt.
Mittelwert		Reduziert unkorreliertes Rauschen in der Signalanzeige; die Anzahl der Mittelwerte kann ausgewählt werden.
Mittelwerte	4 16 64 128	Zum Auswählen der Anzahl von Mittelwerten

Wichtige Punkte

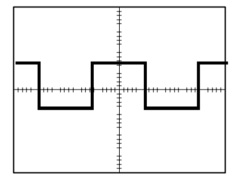
Wenn Sie ein rauschendes Rechtecksignal mit intermittierenden, schmalen Glitches testen, wird das Signal je nach ausgewähltem Erfassungsmodus unterschiedlich dargestellt.



Abtastwert

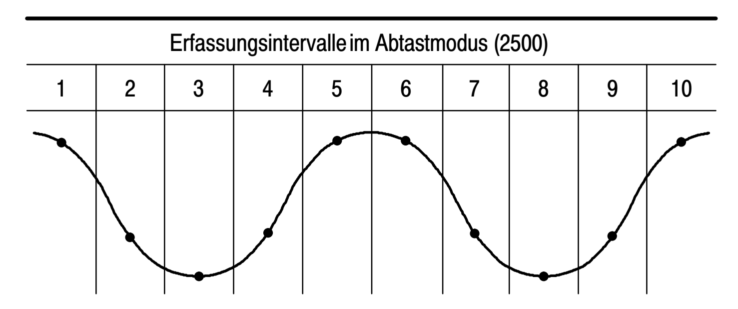


Spitzenwerterfassung



Mittelwert

Abtastung. Verwenden Sie den Abtastmodus, um 2500 Punkte zu erfassen und mit der Einstellung SEC/DIV anzuzeigen. Dieser Modus ist der Standardmodus.

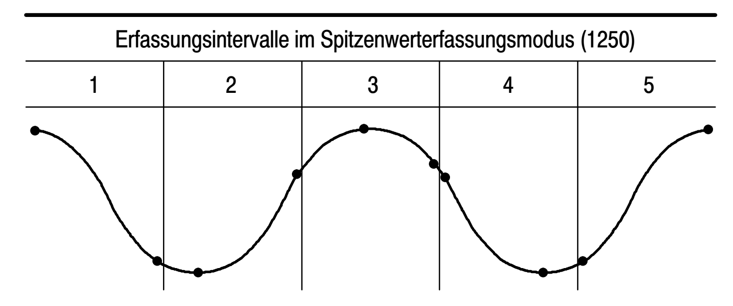


• Abtastpunkte

Im Abtastmodus wird in jedem Intervall ein einzelnes Sample erfasst.

Die maximale Abtastrate beträgt 1 GS/s bei Oszilloskopen mit einer Bandbreite von 100 MHz bzw. 2 GS/s bei Geräten mit 200 MHz. Bei einer Einstellung von 100 ns oder mehr werden in diesem Abtastmodus keine 2500 Punkte erfasst. In diesem Fall interpoliert der digitale Signalprozessor die Punkte zwischen den Abtastpunkten, um einen vollständigen Signaldatensatz mit 2500 Punkten zu erstellen.

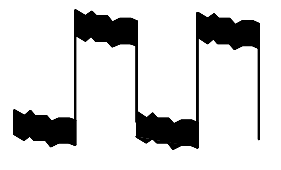
Pk Detect (Spitzenwerterfassung). Den Spitzenwerterfassungsmodus verwenden Sie, um schmale Glitches bis zu 10 ns zu erkennen und die Möglichkeit für Aliasing zu verringern. Dieser Modus ist bei einer SEC/DIV-Einstellung von 5 µs/div oder langsamer effektiv.



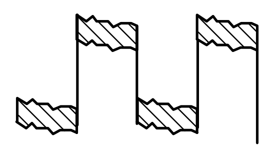
Beim Spitzenwerterfassungsmodus werden die höchsten und niedrigsten in einem Intervall erfassten Spannungen angezeigt.

HINWEIS. *Wenn Sie die SEC/DIV-Einstellung auf 2,5 µs/div oder schneller einstellen, wechselt der Erfassungsmodus auf Abtastung, da die Abtastrate hoch genug ist, sodass keine Spitzenwerterfassung erforderlich ist. Allerdings zeigt das Oszilloskop keine Meldung an, um auf den auf Abtastung geänderten Modus hinzuweisen.*

Wenn das Signal über ein hinreichendes Rauschen verfügt, weist eine typische Spitzenwertanzeige große schwarze Bereiche auf. Zur Verbesserung der Anzeigeleistung wird dieser Bereich mit Diagonallinien dargestellt.



Typische Spitzenwertanzeige



Spitzenwertanzeige bei Modell TPS2000

Mittelwert. Verwenden Sie den Erfassungsmodus Mittelwert, um unkorreliertes Rauschen eines Signals, das Sie anzeigen möchten, zu reduzieren. Die Daten werden im Abtastmodus erfasst, und anschließend wird daraus der Mittelwert gebildet.

Wählen Sie die Anzahl der Erfassungen aus (4, 16, 64 oder 128), aus denen der Mittelwert des Signals gebildet werden soll.

Taste RUN/STOP. Drücken Sie die Taste RUN/STOP, wenn das Oszilloskop kontinuierlich Signale erfassen soll. Drücken Sie die Taste erneut, um die Erfassung zu beenden.

Taste EINZELFOLGE. Drücken Sie die Taste EINZELFOLGE, wenn das Oszilloskop eine Einzelfolge erfassen und dann anhalten soll. Jedesmal, wenn Sie die Taste EINZELFOLGE drücken, beginnt das Oszilloskop mit der Erfassung eines anderen Signals. Nachdem das Oszilloskop einen Trigger erkannt hat, wird die Erfassung abgeschlossen und angehalten.

Erfassungsmodus	Taste EINZELFOLGE
Abtastmodus, Spitzenwerterfassung	Nach Abschluss einer Erfassung ist die Erfassungssequenz beendet.
Mittelwert	Die Erfassungssequenz ist beendet, wenn die angegebene Anzahl von Erfassungen erreicht wurde (siehe Seite 9-2).

Abtastmodus-Darstellung. Der Erfassungsmodus Horizontale Abtastung (auch als Rollmodus bezeichnet) wird zur kontinuierlichen Überwachung von Signalen verwendet, die sich langsam ändern. Die aktualisierten Signale werden von links nach rechts auf dem Oszilloskopbildschirm dargestellt, wobei alte Punkte durch die Anzeige neuer Punkte überschrieben werden. Ein beweglicher, eine Teilung breiter leerer Bereich auf dem Bildschirm trennt die neuen Signalpunkte von den alten.

Das Oszilloskop schaltet auf den Abtastmodus um, wenn Sie den Drehknopf SEC/DIV auf 100 ms/div oder langsamer einstellen und im Menü TRIGGER die Option Auto-Modus auswählen.

Um den Abtastmodus zu deaktivieren, drücken Sie die Menütaste TRIG MENU und stellen den Modus Normal ein.

Die Erfassung anhalten. Während die Erfassung läuft, wird das Signal „live" angezeigt. Wenn Sie die Taste RUN/STOP drücken und die Erfassung anhalten, wird die Anzeige eingefroren. Das angezeigte Signal lässt sich beide Male über die vertikalen und horizontalen Bedienelemente skalieren und positionieren.

Anwendung

Die Taste ANWENDUNG können Sie verwenden, wenn an der Vorderseite des Oszilloskops ein Anwendungsschlüssel eingesteckt ist, zum Beispiel zur Leistungsanalyse. Weitere Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch für die Anwendung.

Bereich

Wenn Sie die Taste BEREICH drücken, aktiviert bzw. deaktiviert das Oszilloskop die automatische Bereichseinstellung. Eine neben der Taste BEREICH aufleuchtende LED weist darauf hin, dass die Funktion aktiv ist.

Diese Funktion passt die Einstellungen automatisch an, um ein Signal zu verfolgen. Bei Änderung des Signals wird das Signal weiterhin verfolgt. Beim Einschalten des Oszilloskops ist die automatische Bereichseinstellung stets deaktiviert.

Optionen	Anmerkung
Autom.Bereich	Aktivierung oder Deaktivierung der automatischen Bereichseinstellung; bei Aktivierung leuchtet die benachbarte LED auf.
Vertikal und horizontal	Verfolgung und Anpassung beider Achsen.
Nur vertikal	Verfolgung und Anpassung der vertikalen Skala; die horizontalen Einstellungen bleiben unverändert.
Nur horizontal	Verfolgung und Anpassung der horizontalen Skala; die vertikalen Einstellungen bleiben unverändert.

Unter folgenden Bedingungen werden die Einstellungen automatisch angepasst:

- Zu viele oder zu wenige Signalperioden für eine klare Darstellung der Triggerquelle (nicht bei Nur vertikal)
- Signalamplitude zu groß oder zu klein (nicht bei Nur horizontal)
- Veränderung des idealen Triggerpegels

Wenn Sie die Taste BEREICH drücken, stellt sich das Oszilloskop automatisch so ein, dass eine brauchbare Darstellung des Eingangssignals auf dem Bildschirm erscheint.

Funktion	Einstellung
Erfassungsmodus	Abtastwert
Anzeigeformat	YT
Nachleuchten der Darstellung	Aus
Horizontale Position	Eingestellt
Horizontalansicht	Hauptzeitbasis
RUN/STOP	RUN
SEC/DIV	Eingestellt
Triggerkopplung	DC
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Eingestellt
Triggermodus	Flanke
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Bb-Begrenzung	Aus
Vertikale Kopplung	DC
Vertikales Invertieren	Aus
VOLTS/DIV	Eingestellt

Mit den folgenden Optionsänderungen wird die automatische Bereichseinstellung deaktiviert:

- VOLTS/DIV deaktiviert die automatische Einstellung des vertikalen Bereichs.
- SEC/DIV deaktiviert die automatische Einstellung des horizontalen Bereichs.
- Anzeigen oder Entfernen eines Kanalsignals
- Triggereinstellungen
- Erfassungsmodus Einzelfolge
- Abrufen eines Setups
- XY-Anzeigeformat
- Nachleuchten

Die automatische Bereichseinstellung ist in der Regel in den folgenden Situationen besser geeignet als Auto-Setup:

- Analyse eines sich dynamisch ändernden Signals
- Schneller Vergleich einer Folge unterschiedlicher Signale ohne Ändern der Einstellungen des Oszilloskops. Dies ist sehr hilfreich, wenn Sie zwei Tastköpfe gleichzeitig verwenden müssen oder in der einen Hand einen Tastkopf und in der anderen etwas anderes halten.
- Festlegen, welche Einstellungen das Oszilloskop automatisch anpasst

Wenn die Frequenz der Signale schwankt, ihre Amplituden einander jedoch ähneln, können Sie die automatische Bereichseinstellungsoption Nur horizontal verwenden. Das Oszilloskop passt die horizontalen Einstellungen an, die vertikalen Einstellungen werden jedoch unverändert beibehalten. Auf diese Weise können Sie die Amplitude des Signals visuell abschätzen, ohne dass Änderungen der vertikalen Skala zu befürchten sind. Die Option Nur vertikal hat eine vergleichbare Auswirkung. Es werden nur vertikale Parameter angepasst, und die horizontalen Einstellungen werden unverändert beibehalten.

Auto-Setup

Wenn Sie die Taste AUTO-SETUP drücken, identifiziert das Oszilloskop die Signalart und stellt sich selbst so ein, dass eine brauchbare Anzeige des Eingangssignals auf dem Bildschirm erscheint.

Funktion	Einstellung
Erfassungsmodus	Auf Abtastmodus oder Spitzenwerterfassung eingestellt.
Cursor	Aus
Anzeigeformat	Auf YT eingestellt
Anzeigetyp	Bei Videosignalen auf Punkte eingestellt, bei einem FFT-Spektrum auf Vektoren. Ansonsten unverändert.
Horizontale Position	Eingestellt
SEC/DIV	Eingestellt
Triggerkopplung	Eingestellt auf DC, Noise reject oder HF reject
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Auf 50 % setzen
Triggermodus	Automatisch
Triggerquelle	Eingestellt; siehe Seite 9-11. Auto-Setup kann bei einem EXT TRIG-Signal nicht verwendet werden.
Triggerflanke	Eingestellt
Triggerart	Flanke oder Video
Trigger Video-Polarität	Normal
Trigger Video-Synchronisation	Eingestellt
Trigger Videostandard	Eingestellt
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Kopplung	DC (wenn zuvor Masse ausgewählt wurde). Bei Videosignal AC, ansonsten unverändert.
VOLTS/DIV	Eingestellt

Mit der Funktion Auto-Setup lassen sich alle Kanäle auf Signale hin untersuchen und Signale entsprechend anzeigen. Auto-Setup bestimmt außerdem die Triggerquelle anhand folgender Bedingungen:

- Falls mehrere Kanäle Signale aufweisen, wird der Kanal mit dem niederfrequentesten Signal ausgewählt.
- Werden keine Signale gefunden, wird der Kanal mit der niedrigsten Nummer angezeigt, wenn Auto-Setup aufgerufen wird.
- Falls keine Signale gefunden und keine Kanäle angezeigt wurden, wird Kanal 1 vom Oszilloskop angezeigt und verwendet.

Wenn Sie Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop den Signaltyp nicht bestimmen kann, stellt es die Horizontal- und Vertikalskala ein und führt dann die automatischen Messungen Mittelwert und Spitze-zu-Spitze durch.

Die Auto-Setup-Funktion ist in der Regel in den folgenden Situationen besser geeignet als die automatische Bereichseinstellung:

- Fehlersuche bei einem stabilen Signal
- Automatische Anzeige von Messungen des Signals
- Einfaches Ändern der Darstellung des Signals. Zum Beispiel bei der Anzeige nur eines Zyklus des Signals oder der steigenden Flanke des Signals.
- Anzeigen von Video- oder FFT-Signalen

Sinussignal

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass das Signal einem Sinussignal ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Optionen für Sinussignal	Details
Multi-Zyklus-Sinussignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Zyklus-Effektivwert, Frequenz, Periode und Spitze-zu-Spitze an.
Einzelzyklus-Sinussignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Mittelwert und Spitze-zu-Spitze an.
FFT	Wandelt das Zeitbereichs-Eingangssignal in seine Frequenzanteile um und zeigt das Ergebnis als Graph der Frequenz gegenüber dem Betrag (Spektrum) an. Da es sich hierbei um eine mathematische Berechnung handelt, finden Sie weitere Informationen im Kapitel *Math-FFT* auf Seite 5-1.
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Rechtecksignal oder Impuls

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass das Signal einem Rechtecksignal oder Impuls ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Optionen für Rechtecksignal oder Impuls	Details
Multi-Zyklus-Rechtecksignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Spitze-zu-Spitze, Mittelwert, Periode und Frequenz an.
Einzelzyklus-Rechtecksignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Min, Max, Mittelwert und positive Breite an.
Steigende Flanke	Das Oszilloskop zeigt die Flanke und die automatischen Messungen für Anstiegszeit und Spitze-zu-Spitze an.
Fallende Flanke	Das Oszilloskop zeigt die Flanke und die automatischen Messungen für Abfallzeit und Spitze-zu-Spitze an.
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Videosignal

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass es sich bei dem Signal um ein Videosignal handelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Optionen für Videosignal	Details
Halbbilder ▸ Alle Halbbilder	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert auf jedes Halbbild.
Zeilen ▸ Alle Zeilen	Eine komplette Zeile mit Teilen der vorausgehenden und folgenden Zeile wird angezeigt; das Oszilloskop triggert auf jede Zeile.
Zeilen ▸ Nummer	Eine komplette Zeile mit Teilen der vorausgehenden und folgenden Zeile wird angezeigt. Wählen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf eine bestimmte Zeilennummer aus, die das Oszilloskop als Trigger verwenden soll.
Ungerade Halbbilder	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert nur auf die ungeraden Halbbilder.
Gerade Halbbilder	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert nur auf die geraden Halbbilder.
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

HINWEIS. *Mit Videosignal-Auto-Setup wird die Option Darstellungsart auf Punkt-Modus eingestellt.*

Cursor

Drücken Sie die Taste CURSOR, um die Messcursor und das Cursor-Menü anzuzeigen. Ändern Sie dann mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die Position eines Cursors.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ*	Uhrzeit Amplitude Aus	Dient zur Auswahl und Anzeige der Messcursor; bei Zeit wird die Zeit und Frequenz gemessen, bei Amplitude die Amplitude, zum Beispiel von Stromstärke oder Spannung.
Quelle	CH1 CH2 CH3** CH4** MATH REFA REFB REFC** REFD**	Hiermit wird das Signal ausgewählt, an dem Cursormessungen vorgenommen werden sollen. Die Messung erscheint in den Cursor-anzeigen.
Δ		Zeigt den Absolutwert der Differenz (Delta) zwischen den Cursorn an.
Cursor 1		Zeigt die gewählte Cursorposition an (Zeit wird auf den Triggerpunkt bezogen, Amplitude wird in Bezug auf die Referenzverbindung gemessen).
Cursor 2		

*** Bei einer Math-FFT-Quelle werden Frequenz und Betrag gemessen.**

**** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Delta (Δ)-Werte variieren bei den folgenden Cursorarten:

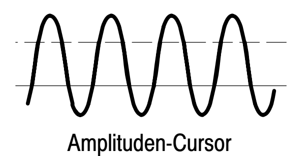
- Bei Zeit-Cursorn wird Δt, 1/Δt und ΔV (oder ΔI, ΔVV usw.) angezeigt.
- Bei Amplituden- und Betrags-Cursorn (Math FFT-Quelle) wird ΔV, ΔI, ΔVV usw. angezeigt.
- Bei Frequenz-Cursorn (Math FFT-Quelle) wird 1/ΔHz und ΔdB angezeigt.

HINWEIS. *Das Oszilloskop muss ein Signal anzeigen, damit die Cursor und Cursor-Anzeigen erscheinen.*

Bei Verwendung von Zeit-Cursorn zeigt das Oszilloskop die Zeit- und Amplitudenwerte für jedes Signal an.

Wichtige Punkte

Cursorbewegung. Bewegen Sie Cursor 1 oder Cursor 2 mit dem Mehrfunktions-Drehknopf. Die Cursor können Sie nur bei angezeigtem Cursor-Menü bewegen. Der aktive Cursor wird durch eine durchgehende Linie dargestellt.



Zeit-Cursor

Grundeinstellung

Drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG, um das Oszilloskop in den meisten, aber nicht allen Fällen auf die Werkseinstellung zurückzusetzen. Weitere Informationen hierüber finden Sie in *Anhang D: Grundeinstellung* auf Seite D-1.

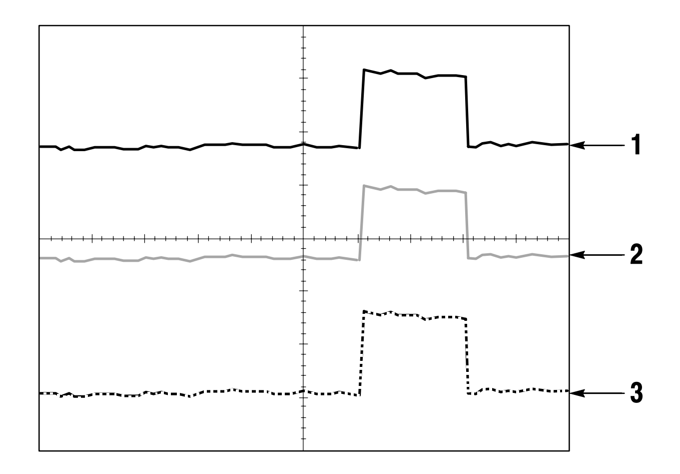
Anzeige

Drücken Sie die Taste DISPLAY, um auszuwählen, auf welche Art Signale angezeigt werden sollen, und um das Erscheinungsbild der gesamten Anzeige zu ändern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ	Vektoren Punkte	Vektoren füllen den Zwischenraum zwischen benachbarten Abtastpunkten in der Anzeige. Punkte stellen jeweils nur einzelne Abtastpunkte dar.
Nachleuchten	Aus 1 Sek. 2 Sek. 5 Sek. Unendliches Nachleuchten	Dient zur Einstellung der Zeitdauer, die jeder Abtastpunkt angezeigt wird.
Format	YT XY	Im YT-Format wird die vertikale Spannung in Bezug auf die Zeit angezeigt (Horizontalskala). Im XY-Format wird jedesmal ein Punkt angezeigt, wenn ein Abtastpunkt auf Kanal 1 und 2 erfasst wird. Die Spannung oder Stromstärke auf Kanal 1 bestimmt die X-Koordinate des Punktes (horizontal), die Spannung oder Stromstärke auf Kanal 2 die Y-Koordinate (vertikal).
Kontrast*		Erleichtert die Unterscheidung eines Kanalsignals vom Nachleuchten. Mit Kontrast wird der Kontrast der LCD-Anzeige geregelt, mit Helligkeit die Intensität der Hintergrundbeleuchtung.
Helligkeit*		

* **Einstellung erfolgt mit dem Mehrfunktions-Drehknopf.**

Je nach Typ werden Signale in drei verschiedenen Formen angezeigt: durchgängig, ausgeblendet und gestrichelt.



1. Bei einem durchgängig dargestellten Signal handelt es sich um ein direkt erfasstes „Live"-Kanalsignal. Das Signal wird auch nach Anhalten der Erfassung durchgängig angezeigt, sofern keine Bedienelemente benutzt werden, um die Anzeigegenauigkeit zu verändern.

   Bei Erfassungen, die angehalten wurden, können die vertikalen und horizontalen Bedienelemente verändert werden.

2. Referenzsignale werden weiß und Signale mit aktiviertem Nachleuchten in der gleichen Farbe, aber heller dargestellt als das Hauptsignal.
3. Eine gestrichelte Linie weist darauf hin, dass die Signalanzeige nicht mehr mit den Einstellungen übereinstimmt. Das passiert, wenn die Erfassung angehalten und eine Einstellung geändert wird, die das Oszilloskop dann nicht auf das angezeigte Signal anwenden kann. So wird beispielsweise ein Signal gestrichelt dargestellt, wenn die Triggeroptionen nach dem Anhalten der Erfassung verändert werden.

Wichtige Punkte

Nachleuchten. Das Oszilloskop stellt nachleuchtende Signaldaten in geringer Intensität dar als direkt erfasste Signaldaten. Wird das Nachleuchten auf unendlich eingestellt, kumulieren die Aufzeichnungspunkte so lange, bis eine Einstellung geändert wird.

Option	Anmerkung
Aus	Vorgegebene oder alte Signale werden entfernt, wenn neue Signale angezeigt werden.
Zeitlimit	Neue Signale werden in normaler Intensität dargestellt, alte Signale in geringerer Intensität. Alte Signale werden bei Erreichen des Zeitlimits gelöscht.
Unendliches Nachleuchten	Ältere Signale erscheinen dunkler, bleiben aber immer sichtbar. Die Option Unendliche Nachleuchtdauer wird bei der Suche nach seltenen Ereignissen verwendet oder um langfristiges Spitze-zu-Spitze-Rauschen zu messen.

XY-Format. Verwenden Sie das XY-Format zum Analysieren der (beispielsweise durch Lissajousfiguren dargestellten) Phasenunterschiede. Bei diesem Format wird die Spannung auf Kanal 1 mit der Spannung auf Kanal 2 verglichen, wobei Kanal 1 auf der horizontalen und Kanal 2 auf der vertikalen Achse dargestellt wird. Das Oszilloskop arbeitet im ungetriggerten Abtastmodus und zeigt die Daten als Punkte an. Die Abtastrate ist fest auf 1 MS/s eingestellt.

HINWEIS. *Im normalen YT-Modus kann das Oszilloskop ein Signal mit jeder Abtastrate erfassen. Sie können das gleiche Signal auch im XY-Modus anzeigen lassen. Hierzu halten Sie die Erfassung an und wechseln zum XY-Anzeigeformat.*

Im XY-Format haben die Bedienelemente folgende Funktionen:

- Über die Drehknöpfe VOLTS/DIV und VERTIKAL POSITION von Kanal 1 wird die Horizontalskala und -position eingestellt.
- Über die Drehknöpfe VOLTS/DIV und VERTIKAL POSITION von Kanal 2 wird die Vertikalskala und -position eingestellt.

Die folgenden Funktionen können im XY-Anzeigeformat nicht verwendet werden:

- Auto-Setup (setzt das Anzeigeformat automatisch auf YT zurück)
- Bereich
- Automatische Messungen
- Cursor
- Referenzsignale oder berechnete Signale
- SPEICHERN/ABRUFEN ▸ Alle speichern
- Zeitbasiseinstellungen
- Trigger-Bedienelemente

Hilfe

Zum Aufrufen des Hilfemenüs drücken Sie die Taste HILFE. In den Hilfethemen werden alle Menüoptionen und Bedienelemente des Oszilloskops beschrieben. Weitere Informationen über das Hilfesystem finden Sie auf Seite xv.

Horizontal

Mit den Horizontaleinstellungen können Sie zwei Ansichten eines Signals einstellen, wobei jede Ansicht über eine eigene Horizontalskala und Horizontalposition verfügt. Die Anzeige der horizontalen Position enthält die durch die Bildschirmmitte dargestellte Zeit, wobei die Zeit des Triggers Null entspricht. Durch Änderung der Horizontalskala wird das Signal um die Bildschirmmitte herum gedehnt bzw. gestaucht.

Optionen	Anmerkung
Hauptzeitbasis	Die horizontale Hauptzeitbasis-Einstellung wird zur Anzeige des Signals verwendet.
Zoom-bereich	Der Zoombereich wird durch zwei Cursor definiert. Der Zoombereich wird über die Drehknöpfe HORIZONTAL POSITION und SEC/DIV eingestellt.
Fenster	Zeigt den (auf Bildschirmgröße vergrößerten) Signalausschnitt im Zoombereich.
Holdoff festlegen	Zeigt den Holdoff-Wert an. Drücken Sie die Optionstaste, und nehmen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die Einstellung vor.

HINWEIS. *Durch Drücken der horizontalen Optionstasten können Sie zwischen der vollständigen Anzeige eines Signals und einer vergrößerten Teilanzeige umschalten.*

Nahe der oberen rechten Bildschirmecke wird die aktuelle horizontale Position in Sekunden angezeigt. Ein M steht für die Hauptzeitbasis, ein W für die Fensterzeitbasis. Die horizontale Position wird auf dem Oszilloskop auch mit einem Pfeilsymbol oben im Raster versehen.

Drehknöpfe und Tasten

Drehknopf HORIZONTAL POSITION. Hiermit wird die Triggerposition in Bezug auf die Bildschirmmitte eingestellt.

Der Triggerpunkt lässt sich links oder rechts von der Bildschirmmitte einstellen. Die maximale Anzahl der Skalenteile nach links hängt von der Einstellung der Horizontalskala (Zeitbasis) ab. Bei den meisten Skalen beträgt sie mindestens 100 Skalenteile. Die Platzierung des Triggerpunktes links außerhalb des Bildschirms nennt man verzögerte Ablenkung.

Taste AUF NULL SETZEN. Hiermit lässt sich die horizontale Position auf Null setzen.

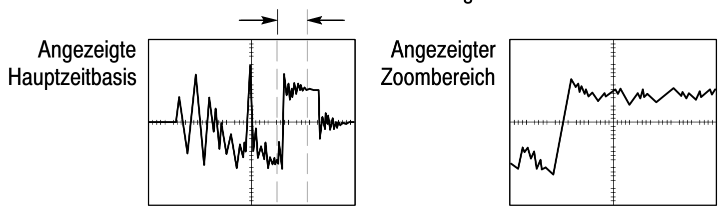
Drehknopf SEC/DIV (Horizontalskala). Hiermit wird die horizontale Zeitskala geändert und damit das Signal vergrößert oder verkleinert.

Wichtige Punkte

SEC/DIV. Wenn die Signalerfassung (mit der Taste RUN/STOP bzw. EINZELFOLGE) angehalten wird, lässt sich das Signal über den Drehknopf SEC/DIV vergrößern oder verkleinern. Hiermit vergrößern Sie ein Detail des Signals.

Abtastmodus-Darstellung (Rollmodus). Wird der Drehknopf SEC/DIV auf 100 ms/div oder langsamer und der Triggermodus auf Auto eingestellt, arbeitet das Oszilloskop im Abtastmodus. In diesem Modus wird die Signalanzeige von links nach rechts aktualisiert. Während des Abtastmodus kann der Trigger oder die Horizontalposition von Signalen nicht verstellt werden. Siehe Seite 9-6.

Zoombereich. Der Zoombereich wird verwendet, um einen Signalausschnitt detailgenauer betrachten zu können (Zoom). Die Fenstereinstellung der Zeitbasis kann nicht langsamer eingestellt werden als die Hauptzeitbasis.



Fenster. Vergrößert den Zoombereich, sodass er den ganzen Bildschirm einnimmt. Hiermit wird zwischen zwei Zeitbasen gewechselt.

HINWEIS. *Wenn Sie zwischen der Haupt-, Zoombereichs- und Fensteransicht wechseln, wird jedes über Nachleuchten auf dem Oszilloskopbildschirm gespeicherte Signal gelöscht.*

Holdoff. Mit Holdoff lässt sich die Anzeige komplexer Signale stabilisieren. Weitere Informationen hierzu erhalten Sie unter *Holdoff* auf Seite 9-46.

Mathematik

Durch Drücken der Taste MENÜ MATH wird die Anzeige mathematischer Signaloperationen aufgerufen. Durch erneutes Drücken dieser Taste werden berechnete Signale entfernt. Eine Erläuterung des vertikalen Systems ist auf Seite 9-52 zu finden.

Optionen	Anmerkung
+, –, ×, FFT	Mathematische Operationen; siehe folgende Tabelle.
Quellen	Quellen für die Operationen; siehe folgende Tabelle.
Position	Stellen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die vertikale Position des berechneten Signals ein.
Vertikale Skala	Stellen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die vertikale Skala des berechneten Signals ein.

Das Menü Math umfasst Quellenoptionen für jede Operation.

Operation	Option Quellen	Anmerkung
+ (Addition)	CH1 + CH2	Kanal 1 und 2 werden addiert.
	CH3 + CH4*	Kanal 3 und 4 werden addiert.
– (Subtraktion)	CH1 – CH2	Das Signal auf Kanal 2 wird vom Signal auf Kanal 1 subtrahiert.
	CH2 – CH1	Das Signal auf Kanal 1 wird vom Signal auf Kanal 2 subtrahiert.
	CH3 – CH4*	Das Signal auf Kanal 4 wird vom Signal auf Kanal 3 subtrahiert.
	CH4 – CH3*	Das Signal auf Kanal 3 wird vom Signal auf Kanal 4 subtrahiert.
x (Multiplikation)	CH1 × CH2	Kanal 1 und 2 werden multipliziert.
	CH3 × CH4*	Kanal 3 und 4 werden multipliziert.
FFT	Schlagen Sie im Kapitel *Math-FFT* auf Seite 5-1 nach.	

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Wichtige Punkte

Signaleinheiten. Die Kombination von Quellensignaleinheiten bestimmt die resultierenden Einheiten für das berechnete Signal.

Signaleinheit	Signaleinheit	Operation	Einheit des berechneten Signals
V	V	+ oder –	V
A	A	+ oder –	A
V	A	+ oder –	?
V	V	×	VV
A	A	×	AA
V	A	×	VA

Messung

Drücken Sie die Taste MESSUNG, um die automatischen Messungen aufzurufen. Elf automatische Messungen stehen zur Wahl. Bis zu fünf automatische Messungen lassen sich gleichzeitig anzeigen.

Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen. Durch Drücken der Optionstaste Quelle wählen Sie den Kanal aus, auf dem die Messung durchgeführt werden soll. Über die Option Typ legen Sie die Art der Messung fest. Drücken Sie die Optionstaste Zurück, um wieder ins Menü MESSUNG zurückzugelangen und die ausgewählten Messungen anzuzeigen.

Wichtige Punkte

Durchführen von Messungen. Bei einem einzigen Signal können bis zu fünf automatische Messungen gleichzeitig angezeigt werden. (Oder bis zu fünf über mehrere Signale verteilt.) Zum Vornehmen einer Messung muss der Signalkanal eingeschaltet sein, also angezeigt werden.

An Referenzsignalen sowie bei Verwendung des XY- oder Abtastmodus lassen sich keine automatischen Messungen durchführen. Die Messungen werden ungefähr zweimal pro Sekunde aktualisiert.

Messungsart	Definition
Freq.	Berechnet die Frequenz des Signals durch Messung des ersten Zyklus.
Periode	Berechnet die Zeit des ersten Zyklus.
Mittelwert	Berechnet den arithmetischen Mittelwert der Amplitude über der gesamten Signalaufzeichenung.
Pk-Pk	Berechnet die absolute Differenz zwischen den höchsten und niedrigsten Scheitelwerten des gesamten Signals.
Effektiv	Berechnet den echten Effektivwert des ersten vollständigen Signalzyklus.
Min	Analysiert die gesamte, 2500 Punkte umfassende Signalaufzeichnung und zeigt den Mindestwert an.
Max	Analysiert die gesamte, 2500 Punkte umfassende Signalaufzeichnung und zeigt den Höchstwert an.

Messungsart	Definition
Anstiegszeit	Misst die Zeit zwischen 10 % und 90 % der ersten steigenden Signalflanke.
Abfallzeit	Mißt die Zeit zwischen 90 % und 10 % der ersten fallenden Signalflanke.
+Pulsbreite	Misst die Zeit zwischen der ersten steigenden und der nächsten fallenden Flanke auf einem Signalpegel von 50 %.
–Pulsbreite	Misst die Zeit zwischen der ersten fallenden und der nächsten steigenden Flanke auf einem Signalpegel von 50 %.
Keine	Führt keinerlei Messung durch.

Drucken

Wenn unter SPEICHERN/ABRUFEN ▸ Alle speichern die Taste DRUCKEN auf Druckt eingestellt ist, können Sie die Taste DRUCKEN drücken, um die Bildschirmdaten des Oszilloskops an einen Drucker oder PC zu übertragen.

Über das Menü Druckereinstellung unter DIENSTPGM ▸ Optionen können Sie das Oszilloskop so einstellen, dass Bildschirmdaten an den Drucker übertragen werden (siehe Beschreibung auf Seite 6-3).

Die andere Funktion der Taste DRUCKEN ist das Speichern von Daten auf den CompactFlash-Massenspeicher. Siehe Seite 7-1.

Tastkopfüberprüfung

Mithilfe des Tastkopfüberprüfungsassistenten können Sie schnell und einfach überprüfen, ob Ihr Spannungstastkopf ordnungsgemäß funktioniert. Siehe Seite 1-16.

Speichern/Abrufen

Drücken Sie die Taste SPEICHERN/ABRUFEN, um Oszilloskopeinstellungen, Bildschirmdarstellungen oder Signale zu speichern bzw. Oszilloskopeinstellungen oder Signale abzurufen.

Das Menü Speichern/Abrufen besteht aus zahlreichen Untermenüs, die Sie über eine Aktionsoption aufrufen können. Bei jeder Aktionsoption wird ein Menü angezeigt, in dem Sie die Speicher- oder Abruffunktion weiter definieren können.

Aktionsoptionen	Anmerkung
Alle speichern	Enthält die Option, mit der die Taste DRUCKEN so konfiguriert wird, dass Daten an einen Drucker übertragen oder auf einer CompactFlash-Karte gespeichert werden.
Bild speichern	Speichert eine Bildschirmdarstellung in einer Datei mit einem angegebenen Format.
Setup speichern	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen in einer Datei in einem angegebenen Verzeichnis oder im nicht flüchtigen Setup-Speicher.
Signal speichern	Speichert das angegebene Signal in einer Datei oder in einem Referenzspeicher.
Setup abrufen	Ruft eine Oszilloskop-Setup-Datei von einer Compact-Flash-Karte oder von einem Speicherort in einem nicht flüchtigen Setup-Speicher ab.
Signal abrufen	Ruft eine Signaldatei von einer CompactFlash-Karte ab und speichert sie an einem Ort im Referenzspeicher.
Ref. anzeigen	Zeigt Signale aus dem Referenzspeicher auf dem Bildschirm an bzw. entfernt sie davon.

Alle speichern

Mit der Aktion Alle speichern wird die Taste DRUCKEN so konfiguriert, dass Daten auf eine CompactFlash-Karte gespeichert oder an einen Drucker übertragen werden.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Taste DRUCKEN	Speichert alles*	Informationen zu Dateinamen und -formaten finden Sie auf Seite 7-5.
	Bild speichern*	Informationen zu Grafikformaten finden Sie auf Seite 7-7.
	Druckt	Informationen zum Einrichten des Druckers finden Sie auf Seite 6-3.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der Compact-Flash-Karte auf.
	Verzeichnis wechseln	Siehe *Konventionen für die Dateiverwaltung* auf Seite 7-3 und *Dateihilfsprogramme* auf Seite 9-49.
	Neues Verzeichnis	
	Zurück	Bringt Sie zurück zum Menü Alle speichern.
Info Alle speichern		Zeigt das Hilfethema an.

* **Eine neben der Taste DRUCKEN aufleuchtende LED weist auf die alternative Funktion SPEICHERN hin, mit der Daten an eine CompactFlash-Karte übertragen werden.**

Bild speichern

Mit der Aktion Bild speichern wird eine Bildschirmdarstellung in einer Datei mit einem angegebenen Format gespeichert.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Dateiformat	BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE	Stellt das Dateiformat der Bildschirmdateien ein.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen CompactFlash-Karten-Verzeichnisses auf und zeigt die Verzeichnisoptionen an.
	Verzeichnis wechseln	Siehe *Konventionen für die Dateiverwaltung* auf Seite 7-3 und *Dateihilfsprogramme* auf Seite 9-49.
	Neues Verzeichnis	
	Format*	Hier wird das Format des Bildschirminhalts eingestellt, entweder Quer- oder Hochformat.
	Ink Saver* Ein oder Aus	Aktiviert bzw. deaktiviert den Tintensparmodus.
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.TIF)	Speichert den Bildschirminhalt unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis der CompactFlash-Karte.
Info Bilder speichern		Zeigt das Hilfethema an.

* **Informationen zum Einrichten des Druckers finden Sie auf Seite 6-3.**

Wenn die Taste DRUCKEN auf Bild speichern eingestellt ist, speichert das Oszilloskop bei Drücken der Taste SPEICHERN Bildschirmdarstellungen auf der CompactFlash-Karte. Weitere Informationen erhalten Sie auf Seite 7-7.

Setup speichern

Mit der Aktion Setup speichern werden die aktuellen Oszilloskopeinstellungen unter dem Dateinamen TEKnnnn.SET im angegebenen Verzeichnis oder im nicht flüchtigen Setup-Speicher gespeichert. Die Setup-Datei enthält ASCII-Textzeichenfolgen mit den Oszilloskopeinstellungen.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Speichern in	Setup	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen an einem Speicherort im nicht flüchtigen Setup-Speicher.
	Datei	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen als Datei auf der CompactFlash-Karte.
Setup	1 bis 10	Gibt an, an welchem Ort im nicht flüchtigen Setup-Speicher gespeichert werden soll.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der CompactFlash-Karte auf.
	Verzeichnis wechseln	Siehe *Konventionen für die Dateiverwaltung* auf Seite 7-3 und *Dateihilfsprogramme* auf Seite 9-49.
	Neues Verzeichnis	
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.SET)	Speichert die Einstellungen unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis der CompactFlash-Karte.

Wenn die Taste DRUCKEN auf Speichert alles eingestellt ist, speichert das Oszilloskop bei Drücken der Taste SPEICHERN die Oszilloskop-Setup-Dateien auf die CompactFlash-Karte. Weitere Informationen erhalten Sie auf Seite 7-5.

Signal speichern

Mit der Aktion Signal speichern wird das ausgewählte Signal in einer Datei namens TEKnnnn.CSV oder im Referenzspeicher gespeichert. Signaldaten werden vom Oszilloskop als Dateien im CSV-Format (durch Komma getrennte Werte) gespeichert. Hierbei handelt es sich um ASCII-Zeichenfolgen, in der die Zeit (in Bezug auf den Trigger) sowie die Amplitudenwerte für jeden der 2500 Signaldatenpunkte aufgeführt sind. CSV-Dateien können in zahlreiche Tabellenkalkulationen und mathematische Analyseprogramme importiert und dort weiterverarbeitet werden.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Speichern in	Ref	Speichert die Quellensignaldaten als Datei auf der CompactFlash-Karte.
	Datei	Speichert die Quellensignaldaten im Referenzspeicher.
Quelle*	CH(x), Ref(x), MATH	Legt fest, welches Quellensignal gespeichert werden soll.
In	Ref(x)	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, an dem das Quellensignal abgelegt wird.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der CompactFlash-Karte auf.
	Verzeichnis wechseln	Siehe *Konventionen für die Dateiverwaltung* auf Seite 7-3 und *Dateihilfsprogramme* auf Seite 9-49.
	Neues Verzeichnis	
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.CSV)	Speichert die Einstellungen unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis der CompactFlash-Karte.

* **Zum Speichern eines Signals als Referenzsignal muss das Signal angezeigt werden.**

Setup abrufen

Mit der Aktion Setup abrufen wird eine Oszilloskop-Setup-Datei von einer CompactFlash-Karte oder von einem Speicherort in einem nicht flüchtigen Setup-Speicher abgerufen.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Abrufen von	Setup	Gibt an, dass ein Setup aus dem nicht flüchtigen Speicher abgerufen werden soll.
	Datei	Gibt an, dass eine Setup-Datei von der CompactFlash-Karte abgerufen werden soll.
Setup	1 bis 10	Gibt an, welcher Setup-Speicherort im nicht flüchtigen Setup-Speicher abgerufen werden soll.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der CompactFlash-Karte auf, aus dem eine Datei ausgewählt werden soll.
	Verzeichnis wechseln	Siehe *Konventionen für die Dateiverwaltung* auf Seite 7-3 und *Dateihilfsprogramme* auf Seite 9-49.
Abrufen		Ruft die Einstellungen vom angegebenen Speicherort im nicht flüchtigen Speicher ab.
	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.SET)	Ruft die Oszilloskopeinstellungen aus der angegebenen Datei auf der CompactFlash-Karte ab.

Signal abrufen

Mit der Aktion Signal abrufen wird eine Signaldatei von einer CompactFlash-Karte abgerufen und an einem Speicherort im Referenzspeicher gespeichert.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
In	Ref(x)	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, in den das Signal geladen werden soll.
Datei auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen CompactFlash-Karten-Verzeichnisses auf und zeigt die folgende Verzeichnis-option an.
	Verzeichnis wechseln	Siehe *Konventionen für die Dateiverwaltung* auf Seite 7-3 und *Dateihilfsprogramme* auf Seite 9-49.
	In	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, in den das Signal gespeichert werden soll.
Abrufen	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.CSV)	Lädt das Signal aus der angegebenen Datei in das Verzeichnis im Referenz-speicher und zeigt das Signal an.

Ref. anzeigen

Mit der Aktion Ref. anzeigen werden Signale aus dem Referenzspeicher auf dem Bildschirm des Oszilloskops angezeigt bzw. davon entfernt.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
RefA	Ein, Aus	Zeigt Signale aus dem Referenzspeicher auf dem Bildschirm an bzw. entfernt sie davon.
RefB		
RefC*		
RefD*		

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Wichtige Punkte

Speichern und Abrufen von Setups. Das komplette Setup wird im nicht flüchtigen Speicher gespeichert. Wenn Sie das Setup abrufen, arbeitet das Oszilloskop in dem vom Setup gespeicherten Modus.

Die aktuelle Einstellung wird vom Oszilloskop gespeichert, wenn Sie nach der letzten Änderung vor dem Ausschalten des Gerätes drei Sekunden lang warten. Wenn Sie das Oszilloskop das nächste Mal einschalten, wird dieses Setup abgerufen.

Abrufen der Grundeinstellung. Drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG, um das Oszilloskop mit einem bekannten Setup zu initialisieren. Zur Anzeige der Optionen und Einstellungen, die das Oszilloskop beim Drücken dieser Taste abruft, siehe *Anhang D: Grundeinstellung* auf Seite D-1.

Speichern und Abrufen von Signalen. Das zu speichernde Signal muss vom Oszilloskop angezeigt werden. Zwei-Kanal-Oszilloskope können in ihrem internen nicht flüchtigen Speicher zwei Referenzsignale speichern. Vier-Kanal-Oszilloskope können vier Referenzsignale speichern, aber nur zwei gleichzeitig anzeigen.

Das Oszilloskop kann sowohl Referenzsignale als auch auf dem Kanal erfasste Signale anzeigen. Referenzsignale sind nicht einstellbar, das Oszilloskop zeigt jedoch die Horizontal- und Vertikalskala am Fuße des Bildschirms an.

Trigger-Bedienelemente

Der Trigger wird im Triggermenü und mithilfe der Drehknöpfe auf der Frontplatte eingestellt.

Triggerarten

Es stehen drei Triggerarten zur Verfügung: Flanke, Video und Impulsbreite. Für jede dieser Triggerarten steht eine andere Reihe von Optionen zur Auswahl.

Option	Details
Flanke (Vorgabe)	Triggert das Oszilloskop auf der steigenden oder fallenden Flanke des Eingangssignals, sobald der Triggerpegel (d.h. die Triggerschwelle) erreicht wird.
Video	Zeigt Composite-Videosignale des NTSC- bzw. PAL/SECAM-Standards an. Es kann auf Halbbilder oder Zeilen des Videosignals getriggert werden. Lesen Sie die Beschreibung unter *Video* auf Seite 9-41.
Impuls	Triggert auf verzerrte Impulse. Lesen Sie die Beschreibung unter *Impulsbreiten-Trigger* auf Seite 9-42.

Flankentrigger

Verwenden Sie die Flankentriggerung, um auf steigende oder fallende Flanken von Eingangssignalen an der Triggerschwelle zu triggern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Flanke		Wenn Flanke aktiviert ist, triggert das Oszilloskop auf die steigende oder fallende Flanke des Eingangssignals.
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4* Ext Ext/5 Ext/10	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal; siehe auch Seite 9-39.
Flanke	Aufsteigend Fallend	Dient zur Auswahl des Triggers auf der steigenden oder fallenden Signalflanke.
Modus	Automatisch Normal	Zur Auswahl der Triggerart; siehe Seite 9-38.
Kopplung	AC DC Noise reject HF reject LF reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden. Siehe Seite 9-40.

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Triggerfrequenzanzeige

Das Oszilloskop zählt die Rate, mit der triggerbare Ereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen, und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.

HINWEIS. *Die Triggerfrequenzanzeige zeigt die Frequenz von Ereignissen, die das Oszilloskop u.U. als Trigger auffasst. Sie kann niedriger sein als die Frequenz des Eingangssignals im Impulsbreiten-Triggermodus.*

Wichtige Punkte

Verfügbare Modi.

Modus	Details
Auto (Vorgabe)	Das Oszilloskop erzwingt einen Trigger, wenn binnen einer bestimmten, über SEC/DIV eingestellten Zeit keiner erkannt wird. Dieser Modus eignet sich für viele Situationen, z.B. bei der Überwachung der Amplitude des Ausgangs einer Spannungsversorgung. Dieser Modus wird für eine frei laufende Signalerfassung in Abwesenheit eines gültigen Triggers verwendet. Hierbei sind eine ungetriggerte Signalabtastung mit 100 ms/div oder langsamere Zeitbasiseinstellungen möglich.
Normal	Die angezeigten Signale werden nur dann aktualisiert, wenn das Oszilloskop eine gültige Triggerbedingung erkennt. Auf dem Oszilloskop werden so lange die alten Signale angezeigt, bis sie durch neue ersetzt werden. Verwenden Sie diesen Modus, wenn nur gültige getriggerte Signale angezeigt werden sollen. Bei Verwendung dieses Modus zeigt das Oszilloskop erst nach dem ersten Trigger ein Signal an.

Zur Durchführung einer Einzelfolgeerfassung drücken Sie die Taste EINZELFOLGE.

Quelle-Optionen.

Quelle-Option	Details
Nummerierte Kanäle	Triggert auf einen Kanal, ganz gleich, ob das Signal angezeigt wird oder nicht.
Ext	Das Triggersignal wird nicht angezeigt. Bei der Option Ext wird das über den EXT TRIG-BNC-Stecker auf der Frontplatte eingespeiste Signal verwendet. Der Triggerpegel muss zwischen +4 V und –4 V liegen.
Ext/5	Im Prinzip das Gleiche wie bei der Option Ext, nur dass hier das Signal um den Faktor fünf abgeschwächt wird und ein erweiterter Triggerpegelbereich zwischen +20 V und –20 V zulässig ist.
Ext/10	Im Prinzip das Gleiche wie bei der Option Ext., nur dass hier das Signal um den Faktor zehn abgeschwächt wird und ein erweiterter Triggerpegelbereich zwischen +40 V und –40 V zulässig ist.

HINWEIS. *Um ein Ext-, Ext/5- oder Ext/10-Triggersignal anzuzeigen, halten Sie die Taste TRIG ANZEIGE gedrückt.*

Kopplung. Mit der Kopplung lässt sich das zum Triggern einer Erfassung verwandte Triggersignal filtern.

Option	Details
DC	Lässt alle Signalanteile durch.
Noise reject	Fügt der Triggerschaltung eine Hysterese hinzu. Dadurch wird die Empfindlichkeit verringert und die Gefahr gesenkt, dass das Oszilloskop versehentlich auf Störrauschen triggert.
HF reject	Dämpft die hochfrequenten Anteile über 80 kHz.
LF reject	Sperrt den Gleichspannungsanteil und dämpft die niederfrequenten Anteile unter 300 kHz.
AC	Sperrt Gleichstromanteile und dämpft Signale unter 10 Hz.

HINWEIS. *Die Triggerkopplung betrifft nur das Signal, das ins Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.*

Vortrigger. Die Triggerposition wird üblicherweise auf die horizontale Bildschirmmitte eingestellt. Auf diese Weise werden fünf Skalenteile mit Vortriggerinformationen angezeigt. Durch Einstellen der Horizontalposition des Signals lassen sich mehr oder weniger Vortriggerinformationen anzeigen.

Videotrigger

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Video		Ist Video aktiviert, wird auf die Standard-Videosignale NTSC, PAL oder SECAM getriggert. Die Triggerkopplung wird auf AC voreingestellt.
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4* Ext Ext/5 Ext/10	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal. Ext, Ext/5 und Ext/10 verwenden das Signal, das am EXT TRIG-Stecker anliegt.
Polarität	Normal Invertiert	Normale Trigger auf der negativen und auf invertierte Trigger auf der positiven Flanke des Synchronimpulses.
Synchronisation	Alle Zeilen Zeilennummer Unger. Halbbild Gerad. Halbbild Jedes Halbbild	Dient zur Auswahl der passenden Videosynchronisation. Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um eine bestimmte Zeilennummer auszuwählen, nachdem Sie die Synchronisationsoption Zeilennummer aktiviert haben.
Standard	NTSC PAL/SECAM	Hierüber wird der Videostandard für die Synchronisation und die Zählung der Zeilennummern ausgewählt.

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Wichtige Punkte

Synchronisationsimpulse. Wenn Sie Normale Polarität wählen, tritt der Trigger immer bei negativen Synchronisationsimpulsen auf. Falls das Videosignal positive Synchronisationsimpulse aufweist, verwenden Sie die Invertierte Polarität.

Impulsbreiten-Trigger

Die Impulsbreiten-Triggerung wird zur Triggerung auf verzerrte Impulse verwandt.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Impuls		Ist Impuls eingestellt, dann wird auf Impulse getriggert, die die in den Optionen Quelle, Wenn und Impulsbreite einstellen festgelegten Triggerbedingungen erfüllen.
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4* Ext Ext/5 Ext/10	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal.
Wenn	= ≠ < >	Hier wird festgelegt, auf welche Weise der Trigger-Impuls mit dem in der Option Impulsbreite einstellen ausgewählten Wert verglichen werden soll.
Impulsbreite	33 ns bis 10,0 Sek.	Die Breite wird mit dem Mehrfunktions-Drehknopf eingestellt.
Polarität	Positiv Negativ	Zur Triggerung auf einen positiven oder negativen Impuls.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Modus	Automatisch Normal	Zur Auswahl der Triggerart. Für die meisten Anwendungen mit Impulsbreiten-Trigger empfiehlt sich der Normalmodus.
Kopplung	AC DC Noise Reject HF reject LF reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalkomponenten, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden. Siehe auch *Flankentrigger* auf Seite 9-37.
Weiter		Zum Umblättern zwischen den Seiten eines Untermenüs.

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

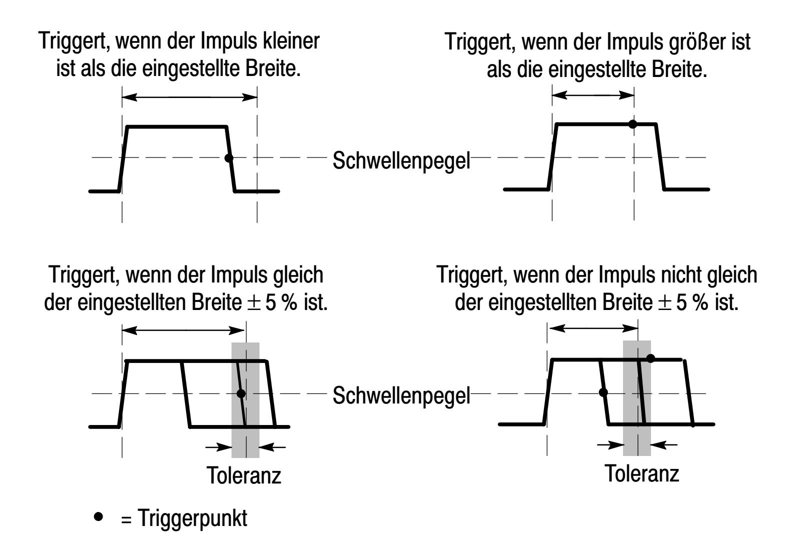
Triggerfrequenzanzeige

Das Oszilloskop zählt die Rate, mit der Triggerereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen, und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.

Wichtige Punkte

Triggern wenn. Die Impulsbreite der Quelle muss auf 5 ns eingestellt sein, damit der Impuls vom Oszilloskop erkannt wird.

Wenn-Optionen	Details
= ≠	Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Signals abzüglich einer ± 5%igen Toleranz gleich oder ungleich der angegebenen Impulsbreite ist.
< >	Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Quellensignals kleiner oder größer ist als die angegebene Impulsbreite.



Ein Beispiel für die Triggerung auf verzerrte Impulse finden Sie auf Seite 4-25.

Drehknöpfe und Tasten

Drehknopf PEGEL. Dient zum Einstellen des Triggerpegels.

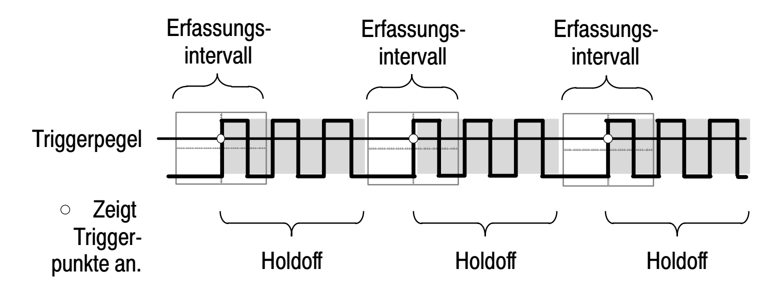
Taste AUF 50 % SETZEN. Drücken Sie die Taste AUF 50 % SETZEN, wenn ein Signal schnell stabilisiert werden soll. Das Oszilloskop stellt den Triggerpegel automatisch etwa auf die Hälfte zwischen dem niedrigsten und höchsten Spannungspegel ein. Dies macht Sinn, wenn Sie ein Signal über den EXT TRIG BNC-Stecker einspeisen und die Triggerquelle auf Ext, Ext/5 oder Ext/10 einstellen.

Taste TRIG ZWANG. Drücken Sie die Taste TRIG ZWANG, um die Erfassung des aktuellen Signals abzuschließen, ganz gleich, ob das Oszilloskop einen Trigger erkennt oder nicht. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich bei Einzelfolgeerfassungen und im Triggermodus Normal. (Im Auto-Triggermodus erzwingt das Oszilloskop die Trigger automatisch und periodisch, wenn kein Trigger erkannt wird.)

Taste TRIG ANZEIGE. Der Triggeranzeigemodus wird verwendet, um das konditionierte Triggersignal auf dem Oszilloskop anzuzeigen. In diesem Modus werden folgende Informationen angezeigt: Auswirkungen der Option Triggerkopplung und das über den EXT TRIG BNC-Eingang eingespeiste Signal.

HINWEIS. *Diese Taste ist die einzige Taste, die gedrückt gehalten werden muss, um sie zu verwenden. Wenn Sie die Taste TRIG ANZEIGE gedrückt halten, ist die Taste DRUCKEN die einzige weitere verfügbare Taste. Alle anderen Tasten auf der Frontplatte des Oszilloskops sind deaktiviert. Die Drehknöpfe sind auch weiterhin aktiviert.*

Holdoff. Die Funktion Trigger-Holdoff wird zur Stabilisierung der Anzeige von komplexen Signalen wie beispielsweise Impulsfolgen verwendet. Holdoff ist die Zeitraum zwischen dem Erkennen eines Triggers und dem Zeitpunkt, wenn das Oszilloskop bereit ist, einen weiteren Trigger zu erkennen. Während der Holdoff-Zeit triggert das Oszilloskop nicht. Bei einer Impulsfolge können Sie die Holdoff-Zeit einstellen, sodass das Oszilloskop nur auf den ersten Impuls der Impulsfolge triggert.



Zur Verwendung des Trigger-Holdoffs drücken Sie unter **MENÜ HORIZ.** die Optionstaste **Holdoff festlegen** und stellen den Holdoff mit dem Mehrfunktions-Drehknopf ein. Die Auflösung des Trigger-Holdoffs variiert je nach der Einstellung von HORIZONTAL SEC/DIV.

Dienstprogramm

Zum Aufrufen des Dienstprogrammmenüs drücken Sie die Taste DIENSTPGM.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
System-status		Zeigt eine Zusammenfassung sämtlicher Oszilloskopeinstellungen an.
Optionen	Frontplatten-Hinter-grundbeleuchtung	Aktiviert die Beleuchtung der Frontplatte.
	Druckereinstellung	Die Einstellung für den Drucker wird angezeigt. Siehe Seite 6-2.
	RS232-Einstellung	Die Einstellung für die RS-232-Schnitt-stelle wird angezeigt. Siehe Seite 6-5.
	Datum und Uhrzeit einstellen	Die Einstellung für Datum und Uhrzeit wird angezeigt. Siehe Seite 9-48.
	Fehlerprotokoll	Zeigt eine Liste aller protokollierten Fehler sowie den Betriebsstundenzähler an. Diese Liste sollten Sie parat haben, wenn Sie sich an den Tektronix-Kundendienst wenden.
Selbst-Kalibr.		Nimmt eine Selbstkalibrierung vor.
Dateihilfs-programme		Zeigt Verzeichnis-, Datei- und Compact-Flash-Karten-Optionen an; siehe Seite 9-49.
Sprache	Englisch Französisch Deutsch Italienisch Spanisch Portugiesisch Japanisch Koreanisch Vereinfachtes Chinesisch Traditionelles Chinesisch	Hier wählen Sie die gewünschte Sprache des Oszilloskops aus.

Wichtige Punkte

Systemstatus. Wenn Sie im Menü Dienstprogramm den Systemstatus auswählen, werden die verfügbaren Menüs angezeigt, über die eine Liste zu jeder Gruppe von Oszilloskopeinstellungen abgerufen werden kann.

Zum Entfernen des Statusbildschirms drücken Sie eine beliebige Menütaste auf der Frontplatte.

Optionen	Anmerkung
Horizontal	Listet die horizontalen Kanalparameter auf.
Vertikal	Listet die vertikalen Kanalparameter auf.
Trigger	Listet die Triggerparameter auf.
Versch.	Zeigt das Oszilloskopmodell sowie die Versionsnummer der Software an. Listet den Ladestand der Akkus auf. Listet die Werte der Kommunikationsparameter auf.

Datum und Zeit einstellen. Über das Menü Datum und Uhrzeit einstellen können Sie das Datum und die Uhrzeit der Uhr einstellen. Diese Angaben werden vom Oszilloskop angezeigt und zur Zeitmarkierung der auf der CompactFlash-Karte gespeicherten Dateien genutzt. Das Oszilloskop enthält eine eingebaute, nicht austauschbare Batterie zur Speicherung der Uhreinstellung.

Bei jahreszeitbedingten Zeitumstellungen wird die Uhr nicht automatisch umgestellt. Schaltjahre allerdings werden berücksichtigt.

Optionen	Anmerkung
↑ ↓	Bewegt die Markierung zur Auswahl von Feldern nach oben bzw. unten durch die Liste. Mit dem Mehrfunktions-Drehknopf ändern Sie den Wert des ausgewählten Feldes.
Datum und Uhrzeit einstellen	Die Datums- und Zeitangaben werden für das Oszilloskop übernommen.
Abbrechen	Schließt das Menü und kehrt zum vorherigen Menü zurück, ohne die vorgenommenen Änderungen zu speichern.

Selbstkalibrierung. Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie das Oszilloskop in Hinblick auf die Umgebungstemperatur auf eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Um eine maximale Genauigkeit zu gewährleisten, müssen Sie die Selbstkalibrierung durchführen, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5 °C (9 °F) oder mehr ändert. Um die Genauigkeit der Kalibrierung zu gewährleisten, schalten Sie das Oszilloskop ein, und warten Sie ca. 20 Minuten, damit das Gerät seine Betriebstemperatur erreicht. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm.

Bei der Werkskalibrierung werden extern erzeugte Spannungen verwendet, wofür spezielle Geräte erforderlich sind. Das empfohlene Intervall ist einmal jährlich. Weitere Informationen zur Durchführung einer Tektronix-Werkskalibrierung Ihres Oszilloskops finden Sie unter Tektronix-Kontaktinformationen auf der Seite mit den Copyright-Angaben.

Dateihilfsprogramme

Mit dem Menü Dateihilfsprogramme können Sie die folgenden Aufgaben ausführen:

- Den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf der CompactFlash-Karte auflisten
- Eine Datei oder ein Verzeichnis auswählen
- In andere Verzeichnisse gelangen
- Dateien und Verzeichnisse erstellen, umbenennen und löschen
- Die CompactFlash-Karte formatieren

Optionen	Anmerkung
Verzeichnis wechseln	Bringt Sie zu dem ausgewählten Verzeichnis auf der CompactFlash-Karte. Zur Auswahl einer Datei oder eines Verzeichnisses verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf und wählen anschließend die Menüoption Verzeichnis wechseln, um zum ausgewählten Verzeichnis zu gelangen.
	Um wieder in das vorherige Verzeichnis zurückzukehren, wählen Sie das übergeordnete Verzeichnis (↑) und dann die Menüoption Verzeichnis wechseln.
Neues Verzeichnis	Erstellt am aktuellen Verzeichnisort ein neues Verzeichnis namens NEW_FOL und zeigt das Menü Umbenennen zum Ändern des Standardnamens an.
Löschen (Dateiname oder Verzeichnis)	Löscht die gewählte Datei bzw. das angegebene Verzeichnis. Das Verzeichnis muss leer sein, damit es gelöscht werden kann.
Löschen bestätigen	Diese Meldung erscheint nach Betätigung der Taste Löschen, um den Löschvorgang zu bestätigen. Falls eine andere Taste oder ein anderer Knopf gedrückt wird als Löschen bestätigen, wird der Löschvorgang abgebrochen.
Format	Formatiert die CompactFlash-Karte. Dabei werden sämtliche Daten auf der CompactFlash-Karte gelöscht.
Firmware aktualisieren	Folgen Sie zur Einrichtung den Anweisungen auf dem Bildschirm, und drücken Sie die Optionstaste Firmware aktualisieren, um mit der Aktualisierung der Firmware zu beginnen.
Umbenennen (Dateiname oder Verzeichnis)	Ruft den Umbenennungsbildschirm auf, in dem Verzeichnisse oder Dateien umbenannt werden können; siehe Seite 9-51.

Datei oder Verzeichnis umbenennen. Sie können die Namen von Dateien und Verzeichnissen auf der CompactFlash-Karte ändern.

Option	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Zeichen eingeben	A – Z 0 – 9 _ .	Gibt das markierte alphanumerische Zeichen an der Cursorposition des aktuellen Namensfeldes ein.
		Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um ein alphanumerisches Zeichen oder die Funktion Rücktaste, Zeichen löschen oder Namen löschen auszuwählen.
	Rücktaste	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Rücktastenfunktion umgestellt. Dadurch wird das Zeichen links neben dem markierten Zeichen im Namensfeld gelöscht.
	Zeichen löschen	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Funktion Zeichen löschen umgestellt. Das markierte Zeichen wird aus dem Namensfeld gelöscht.
	Namen löschen	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Funktion Namen löschen umgestellt. Alle Zeichen werden aus dem Namensfeld gelöscht.

Vertikal

Sie können die vertikalen Bedienelemente verwenden, um Signale anzuzeigen und zu entfernen, die vertikale Position und Skalierung einzustellen sowie um Eingangsparameter festzulegen. Eine Erläuterung der vertikalen Mathematikfunktionen finden Sie auf Seite 9-24.

Vertikale Kanalmenüs

Für jeden Kanal gibt es ein eigenes vertikales Menü. Jede Option kann für jeden Kanal einzeln eingestellt werden.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Kopplung	DC	Bei DC werden sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstromanteile des Eingangssignals durchgelassen.
	AC	Bei AC werden die Gleichstromanteile des Eingangssignals gesperrt und Signale unter 10 Hz gedämpft.
	GND	Bei Masse wird das Eingangssignal entkoppelt.
Bb-Begren-zung	20 MHz* Aus	Begrenzt die Bandbreite, um das Rauschen in der Signalanzeige zu verringern. Filtert das Signal, um Störrauschen und andere unerwünschte hochfrequente Anteile zu reduzieren.
Volts/Div	Grob Fein	Auswahl der Auflösung über den Drehknopf Volts/Div. Grob legt die Sequenz 1-2-5 fest. Bei Fein wird die Auflösung auf schmale Schritte zwischen den groben Einstellungen geändert.
Tastkopf	Siehe folgende Tabelle.	Zum Einstellen von Tastkopfoptionen drücken.
Invertier.	Ein Aus	Invertiert das Signal (Umkehrung) in Bezug auf die Masse (Referenz).

*** Die effektive Bandbreite beträgt 6 MHz bei einem auf 1fach eingestellten P2220-Tastkopf.**

Für Spannungs- und Stromtastköpfe gibt es zwei unterschiedliche Optionen: Dämpfung bzw. Skala.

Tastkopfoptionen	Einstellungen	Anmerkung
Spannung ▸ Dämpfung	1fach 10fach 20fach 50fach 100fach 500fach 1000fach	Zur korrekten Anzeige der vertikalen Werte wird die Einstellung passend zum Dämpfungsfaktor des Spannungstastkopfes vorgenommen.
Strom ▸ Skala	5 V/A 1 V/A 200 mV/A 100 mV/A 50 mV/A 20 mV/A 10 mV/A 1 mV/A	Zur korrekten Anzeige der vertikalen Werte wird die Einstellung passend zur Skala des Stromtastkopfes vorgenommen.
Zurück		Rückkehr zum vorherigen Menü.

Drehknöpfe

Drehknöpfe VERTIKAL POSITION. Durch Drehen der Knöpfe VERTIKAL POSITION werden die Kanalsignale auf dem Bildschirm nach oben bzw. unten verschoben.

Drehknöpfe VOLTS/DIV. Mit den Drehknöpfen VOLTS/DIV wird bestimmt, wie das Oszilloskop das Quellensignal von Kanalsignalen verstärkt oder dämpft. Wenn Sie den Knopf VOLTS/DIV drehen, wird die vertikale Größe des Signals auf dem Oszilloskop-Bildschirm vergrößert oder verkleinert.

Bei Signalen, die über den Bildschirm hinaus verlaufen (Bereichsüberschreitung) und der Anzeige eines Fragezeichens („?“) in der Messwertanzeige liegt ein ungültiger Wert vor. Stellen Sie die Vertikalskala neu ein, um eine gültige Messwertanzeige sicherzustellen.

Wichtige Punkte

Massekopplung. Verwenden Sie die Massekopplung, um ein Null-Volt-Signal anzuzeigen. Der Kanaleingang wird intern an einen Null-Volt-Referenzpegel angelegt.

Feine Auflösung. Auf der vertikalen Skala wird die tatsächliche Volts/Div-Einstellung angezeigt, während die Feineinstellung aktiviert ist. Wird die Einstellung auf Grob geändert, ändert sich die Vertikalskala erst bei Betätigung des Drehknopfs VOLTS/DIV.

Signal entfernen. Um ein Signal vom Bildschirm zu entfernen, drücken Sie die Menütaste des Kanals, auf dem sein vertikales Menü angezeigt wird. Drücken Sie die Menütaste erneut, um das Signal zu entfernen.

HINWEIS. *Sie brauchen kein Kanalsignal anzuzeigen, um es als Triggerquelle oder für mathematische Berechnungen zu verwenden.*

Sie müssen ein Kanalsignal anzeigen, um Messungen daran durchzuführen, Cursor darauf zu setzen oder es als Referenzsignal oder in einer Datei zu speichern.

Anhänge

Anhang A: Spezifikationen

Sämtliche Spezifikationen gelten für Oszilloskope der Serie TPS2000. Spezifikationen zum Tastkopf P2220 finden Sie am Ende dieses Kapitels. Um zu überprüfen, ob das Oszilloskop die Spezifikationen einhält, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Das Oszilloskop muss zwanzig Minuten lang im angegebenen Betriebstemperaturbereich in Betrieb gewesen sein.
- Falls sich die Betriebstemperatur um mehr als 5 °C (9 °F) geändert hat, muss der Vorgang Selbst-Kalibr. im Menü Dienstprogramm durchgeführt werden.
- Das Oszilloskop muss sich noch innerhalb des Werkskalibrierungs-intervalls befinden.

Alle Spezifikationen, mit Ausnahme der als „typisch" bezeichneten, stehen unter Garantieschutz.

Oszilloskop-Spezifikationen

Erfassung		
Erfassungsmodi	Sample (Abtasten), Pk Detect (Spitzenwert) und Mittelwert.	
Erfassungsrate, typisch	Bis zu 180 Signale pro Sekunde und pro Kanal (im Abtast-modus ohne Messungen).	
Einzelfolge	*Erfassungsmodus*	*Erfassung abgeschlossen nach*
	Abtastmodus, Spitzen-werterfassung	Eine Erfassung, alle Kanäle gleichzeitig
	Mittelwert	N Erfassungen, alle Kanäle gleichzeitig. Für N kann 4, 16, 64 und 128 ausgewählt werden.

Oszilloskop-Spezifikationen (Fortsetzung)

Eingänge		
Eingangskopplung	DC, AC oder GND	
Eingangsimpedanz, DC-gekoppelt	1 MΩ ±2 % parallel zu 20 pF ±3 pF	
P2220-Tastkopf Dämpfung	1fach, 10fach	
Unterstützte Spannungs-tastkopfdämpfung Faktoren	1fach, 10fach, 20fach, 50fach, 100fach, 500fach, 1000fach	
Unterstützte Stromtast-kopfskalen	5 V/A, 1 V/A, 200 mV/A, 100 mV/A, 50 mV/A, 20 mV/A, 10 mV/A, 1 mV/A	
Maximale Spannung zwischen Signal und Referenz am BNC–Eingangsstecker	*Überspannungskategorie*	*Maximale Spannung*
	CAT II (Kategorie II)	300 V_{EFF}
	CAT III (Kategorie III)	150 V_{EFF}
	Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 100 kHz bis 13 V Spitzenwert AC bei 3 MHz und höher. Bei Nicht-Sinuskurven muss der Spitzenwert kleiner als 450 V sein. Eine Abweichung über 300 V sollte nicht länger als 100 ms dauern. Effektivwert-Signalpegel einschließlich jeglicher mittels AC-Kopplung herausgefilterter Gleichstromanteile müssen auf 300 V beschränkt werden, da das Oszilloskop bei Überschreitung dieser Werte beschädigt werden kann. Lesen Sie die Beschreibung zum Thema Überspannungskategorie auf Seite A-15.	
Maximale Spannung zwischen BNC–Referenz und Erdung	600 V_{EFF} CAT II oder 300 V_{EFF} CAT III, mit Anschlüssen oder Zubehör, die geeignete Kennwerte aufweisen	

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

Eingänge		
Kanal-Gleichtaktunterdrückung, typisch	1000:1	
	Bei angelegtem Signal zwischen dem Kanal (Signal und Signalreferenz) und Gehäuse das Verhältnis der erfassten Signalamplitude zur Amplitude des Signals	
Kanal-zu-Kanal-Übersprechen	TPS2012 und TPS2014	TPS2024
	≥ 100:1 bei 50 MHz	≥ 100:1 bei 100 MHz
	Gemessen auf einem Kanal, mit dem Prüfsignal zwischen Signal und Referenz des anderen Kanals und den gleichen VOLTS/DIV– und Kopplungseinstellungen auf jedem Kanal.	
Vertikal		
Digitalisierer	8-Bit Auflösung (außer bei der Einstellung 2 mV/div), gleichzeitige Abtastung jedes Kanals	
VOLTS/DIV-Bereich	2 mV/div bis 5 V/div am BNC-Eingangsstecker	
Positionsbereich	2 mV/div bis 200 mV/div, ±2 V > 200 mV/div bis 5 V/div, ±50 V	

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

<table>
<tr><th colspan="3">Vertikal</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Analoge Bandbreite im Abtast- und Mittelwert-modus am BNC oder mit Tastkopf P2220, mit 10fach-Einstellung, DC-gekoppelt</td><td>TPS2012 und TPS2014</td><td>TPS2024</td></tr>
<tr><td>100 MHz†</td><td>200 MHz†
(bei 5 mV/div beträgt die Bandbreite typischerweise 200 MHz)
(bei 40 °C bis 50 °C Umgebungstemperatur beträgt die Bandbreite typischerweise 200 MHz)</td></tr>
<tr><td colspan="2">20 MHz (wenn vertikale Skala auf < 5 mV festgelegt ist)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Analoge Bandbreite im Spitzenwerterfassungs-modus (50 s/div bis 5 μs/div*), typisch</td><td colspan="2">TPS2012, TPS2014 und TPS2024</td></tr>
<tr><td colspan="2">75 MHz†</td></tr>
<tr><td colspan="2">20 MHz (wenn vertikale Skala auf < 5 mV festgelegt ist)</td></tr>
<tr><td>Wählbare analoge Band-breitenbegrenzung, typisch</td><td colspan="2">20 MHz</td></tr>
<tr><td>Untere Frequenzbegren-zung, AC-gekoppelt</td><td colspan="2">≤ 10 Hz bei BNC
≤ 1 Hz bei Verwendung eines passiven 10fach-Tastkopfes</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Anstiegszeit am BNC, typisch</td><td>TPS2012 und TPS2014</td><td>TPS2024</td></tr>
<tr><td>< 3,5 ns</td><td>< 2,1 ns</td></tr>
</table>

† **Wenn vertikale Skala auf > 5 mV eingestellt ist.**

* **Das Oszilloskop geht in den Abtastmodus über, wenn SEC/DIV (horizontale Skala) bei 100 MHz-Modellen von 2,5 μs/div auf 5 ns/div oder bei TPS2024-Modellen von 2,5 μs/div auf 2,5 ns/div eingestellt wird. Im Abtastmodus können Glitches von 12 ns erfasst werden.**

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

Vertikal		
Spitzenwerterfassung Ansprechzeit*	Erfasst 50 % oder mehr der Impulsamplituden ≥ in den mittleren 8 vertikalen Rasterteilungen 12 ns breite typische Amplituden (50 s/div bis 5 μs/div).	
DC-Verstärkungs-genauigkeit	±3 % im Abtast- oder Mittelwerterfassungsmodus, 5 V/div bis 10 mV/div	
	±4 % im Abtast- oder Mittelwerterfassungsmodus, 5 mV/div und 2 mV/div	
DC-Mess-genauigkeit, Mittel-werterfassungsmodus	*Messungsart*	*Genauigkeit*
	Mittelwert von ≥ 16 Signalen mit Vertikal-position auf Null	±(3 % × Ablesung + 0,1 div + 1 mV) wenn 10 mV/div oder mehr ausge-wählt wird
	Mittelwert von ≥ 16 Signalen mit Vertikal-position ungleich Null	±[3 % × (Ablesung + Vertikalposi-tion) + 1 % der Vertikalposition + 0,2 div] Addieren Sie 2 mV für Einstellungen von 2 mV/div bis 200 mV/div hinzu Addieren Sie 50 mV für Einstel-lungen von > 200 mV/div bis 5 V/div hinzu
Wiederholbarkeit von Spannungs-messungen, Mittel-werterfassungsmodus	Spannungsdifferenz zwischen zwei beliebigen von ≥ 16 Signalen, die mit denselben Einstellungen und Umgebungs-bedingungen erfasst wurden.	±(3 % × Ablesung + 0,05 div)

* **Das Oszilloskop geht in den Abtastmodus über, wenn SEC/DIV (horizontale Skala) bei 100 MHz-Modellen von 2,5 μs/div auf 5 ns/div oder bei TPS2024-Modellen von 2,5 μs/div auf 2,5 ns/div eingestellt wird. Im Abtastmodus können Glitches von 12 ns erfasst werden.**

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

Horizontal		
Abtastratenbereich	TPS2012 und TPS2014	TPS2024
	5 S/s bis 1 GS/s	5 S/s bis 2 GS/s
Signalinterpolation	(sin x)/x	
Aufzeichnungslänge	2500 Abtastpunkte für jeden Kanal	
SEC/DIV-Bereich	TPS2012 und TPS2014	TPS2024
	5 ns/div bis 50 s/div in der Folge 1, 2, 2,5 und 5	2,5 ns/div bis 50 s/div in der Folge 1, 2,5 und 5
Abtastrate und Genauigkeit der Verzögerungszeit	±50 ppm über jedem beliebigen Zeitintervall ≥1 ms.	
Messgenauigkeit der Zeitdifferenz (volle Bandbreite)	*Bedingungen*	*Genauigkeit*
	Einzelschuss, Abtastmodus	±(1 Abtastintervall + 100 ppm × Ablesung + 0,6 ns)
	> 16 Mittelwerte	±(1 Abtastintervall + 100 ppm × Ablesung + 0,4 ns)
	Abtastintervall = s/div ÷ 250	
Positionsbereich	2.5 ns/div bis 10 ns/div	(–4 div × s/div) bis 20 ms
	25 ns/div bis 100 μs/div	(–4 div × s/div) bis 50 ms
	250 μs/div bis 10 s/div	(–4 div × s/div) bis 50 s
	25 s/div bis 50 s/div	(–4 div × s/div) bis 250 s

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

Trigger			
Triggerempfindlichkeit, Triggerart Flanke	*Kopplung*	*Empfindlichkeit*	
	DC	CH1, CH2, CH3*, CH4*	1 div von DC bis 10 MHz, 1,5 div von 10 MHz bis volle Bandbreite
		EXT.	1 V von 50 Hz bis volle Bandbreite
		TPS2024	1 V_{p-p} 50 Hz bis 100 MHz 2 V_{p-p} 100 MHz bis 200 MHz
		EXT/5	5facher Wert von EXT
		EXT/10	10facher Wert von EXT
Triggerempfindlichkeit, Triggerart Flanke, typisch	*Kopplung*	*Empfindlichkeit*	
	AC	Wie bei DC-gekoppelten Grenzen mit 50 Hz und mehr	
	NOISE reject	Senkt die DC-gekoppelte Triggerempfindlichkeit bei > 10 mv/div bis 5 V/div um das 2fache.	
	HF reject	Wie bei der DC-gekoppelten Grenze von DC bis 7 kHz, dämpft Signale über 80 kHz.	
	LF reject	Wie bei den DC-gekoppelten Grenzen für Frequenzen über 300 kHz, dämpft Signale unter 300 kHz.	
Triggerpegelbereich	*Quelle*	*Bereich*	
	CH1, CH2, CH3*, CH4*	±8 Skalenteile ab Bildschirmmitte	
	EXT.	±4 V	
	EXT/5	±20 V	
	EXT/10	±40 V	

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

Trigger		
Triggerpegel-Genauigkeit, typisch	Genauigkeit gilt für Signale mit Anstiegs- und Abfallzeiten ≥ 20 ns	
	Quelle	*Genauigkeit*
	Intern	±0,2 div × Volts/div innerhalb von ±4 Skalenteilen ab Bildschirmmitte
	EXT.	±(6 % der Einstellung + 250 mV) für Signale < ±2 V
	EXT/5	±(6 % der Einstellung + 500 mV) für Signale < ±10 V
	EXT/10	±(6 % der Einstellung + 1 V) für Signale < ±20 V
PEGEL AUF 50 % SETZEN, typisch	Arbeitet mit Eingangssignalen ≥ 50 Hz	
Standardeinstellung, Videotrigger	AC-Kopplung und automatischer Modus, außer bei Einzelfolgeerfassung	
Empfindlichkeit, Video Triggerart, typisch	Composite-Videosignal	
	Quelle	*Bereich*
	Intern	Uss-Amplitude von 2 Skalenteilen
	EXT.	±1 V
	EXT/5	±5 V
	EXT/10	±10 V
Signalformate und Halbbildraten, Triggerart Video	Unterstützt die TV- und Videonormen NTSC, PAL und SECAM für jedes Halbbild und jede Zeile.	
Holdoff-Bereich	500 ns bis 10 s	

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

Impulsbreiten-Trigger	
Impulsbreiten-Triggermodi	Triggerung, wenn < (kleiner als), > (größer als), = (gleich) oder ≠ (ungleich); positiver oder negativer Impuls
Impulsbreiten-Triggerpunkt	Gleich: Das Oszilloskop triggert, wenn die fallende Flanke des Impulses den Triggerpegel durchläuft. Ungleich: Ist der Impuls schmaler als die angegebene Breite, wird die fallende Flanke als Triggerpunkt benutzt. Andernfalls triggert das Oszilloskop, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit. Kleiner als: Triggerpunkt ist die fallende Flanke. Größer als (wird auch als Timeout-Trigger bezeichnet): Das Oszilloskop triggert, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit.
Impulsbreitenbereich	Einstellbar zwischen 33 ns und 10 s
Impulsbreitenauflösung	16,5 ns oder 1 Teil pro Tausend, je nachdem, was breiter ist
Gleich Guard-Band	t > 330 ns: ±5 % ≤ Guard-Band < ±(5,1 % + 16,5 ns) t ≤ 330 ns: Guard-Band = ± 16,5 ns
Ungleich Guard-Band	t > 330 ns: ±5 % ≤ Guard-Band < ±(5,1 % + 16,5 ns) 165 ns < t ≤ 330 ns: Guard-Band = −16,5 ns/+33 ns t ≤ 165 ns: Guard-Band = ± 16,5 ns

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

Triggerfrequenzzähler	
Auflösung der Messwert-anzeige	6 Stellen
Genauigkeit (typisch)	±51 ppm einschließlich aller Frequenzreferenzfehler und ±1 Zählfehler
Frequenzbereich	AC-gekoppelt, mindestens 10 Hz der Nennbandbreite
Signalquelle	Impulsbreiten- oder Flanken-Triggermodi: aller verfügbaren Triggerquellen Der Frequenzzähler misst die Triggerquelle im Impulsbreiten- bzw. Flankenmodus ständig, auch dann, wenn die Signalerfassung aufgrund einer Änderung des Betriebsstatus angehalten oder die Erfassung eines Einzelschussereignisses abgeschlossen wird. Impulsbreiten-Triggermodus: Das Oszilloskop misst Impulse hinreichender Größe, die als triggerbare Ereignisse gelten, im 250 ms-Messfenster, z.B. schmale Impulse in einer PWM-Impulsfolge, wenn der <-Modus ausgewählt und die Breite auf einen relativ kleinen Wert eingestellt wurde. Flankentriggermodus: Das Oszilloskop misst alle Flanken mit hinreichender Größe und der richtigen Polarität. Video-Triggermodus: Der Frequenzzähler ist außer Betrieb.

Oszilloskop-Spezifikationen (Forts.)

Messungen	
Cursor	Amplitudendifferenz zwischen Cursorn (ΔV, ΔA oder ΔVA) Zeitdifferenz zwischen Cursorn (Δt) Kehrwert von Δt in Hertz (1/Δt)
Automatische Messungen	Frequenz, Periode, Mittelwert, Uss, Zyklus-Effektivwert, Min, Max, Anstiegszeit, Abfallzeit, +Pulsbreite, –Pulsbreite

Allgemeine Oszilloskop-Spezifikationen

Anzeige	
Anzeigetyp	LCD mit 5,7-Zoll (145 mm) Bildschirmdiagonale
Auflösung der Anzeige	320 horizontale x 240 vertikale Pixel
Anzeigehelligkeit	Einstellbar
Anzeigekontrast	Einstellbar, temperaturkompensiert
Intensität der Hintergrundbeleuchtung, typisch*	TPS2012, TPS2014 und TPS2024
	60 bis 100 cd/m^2
Tastkopfkompensatorausgang	
Ausgangsspannung, typisch	5 V ±10 % bei ≥ 1 MΩ Last
Frequenz, typisch	1 kHz
Stromversorgung	
Stromspannung des Oszilloskop-Netzgeräts	90 bis 264 VAC_{eff} von 45 Hz bis 66 Hz
Stromverbrauch	Unter 30 W

* **Regulierbar über das Menü Anzeige.**

Allgemeine Oszilloskop-Spezifikationen (Fortsetzung)

Umgebung		
Belastungsgrad	Belastungsgrad 2[1]. Das Gerät darf nicht in einer Umgebung betrieben werden, in der leitende Verunreinigungen vorhanden sind.	
Schutzart	IP 30[2] – Wenn die CompactFlash-Karte und der optionale Anwendungsschlüssel installiert sind, ändert sich der Wert in IP40[2].	
Temperatur	Betrieb	32 °F bis 122 °F (0 °C bis +50 °C)
	Nicht in Betrieb	–40 °F bis 159,8 °F (–40 °C bis +71 °C) Siehe auch: Ladetemperatur und Entladetemperatur von Akkus auf Seite 8–2.
Kühlung	Gebläse, temperaturgesteuert	
Feuchtigkeit	Betrieb	High: 50 °C (122 °F)/60 % rel. Luftfeuchtigkeit Low: 30 °C (86 °F)/60 % rel. Luftfeuchtigkeit
	Nicht in Betrieb	High: 55 °C bis 71 °C (131 °F bis 160 °F), 60 % rel. Luftfeuchtigkeit WBGT Low: 0 °C bis 30 °C (32 °F bis 86 °F), ≤ 90 % rel. Luftfeuchtigkeit WBGT
Höhe über NN	Betrieb und nicht in Betrieb	3.000 m
Erschütterungen mit einem Akku	Betrieb	0,31 g_{EFF} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten für jede der 3 Achsen
	Nicht in Betrieb	2,46 g_{EFF} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten für jede der 3 Achsen
Mechanische Stöße mit einem Akku	Betrieb	50 g, 11 ms, Halbsinus

Allgemeine Oszilloskop-Spezifikationen (Fortsetzung)

Abmessungen		
Größe, ohne Front-schutzdeckel	Höhe	160,8 mm
	Breite	336,3 mm
	Tiefe	129,5 mm
Gewicht	Nur Gerät	2,7 kg
	Mit 1 Akku	3,2 kg
	Mit 2 Akkus	3,7 kg

[1] **Entsprechend der Definition in IEC 61010–1: 2001.**

[2] **Entsprechend der Definition in IEC 60529: 2001.**

EMV-Zertifizierungen und Konformitätsbestimmungen für Oszilloskope	
Europäische Union	Entspricht der Richtlinie 89/336/EEC für Elektromagnetische Verträglichkeit. Die Kompatibilität bezieht sich auf die folgenden Spezifikationen, die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wurden:
	EN 61326, EMV-Anforderungen Elektrische Betriebsmittel für Leittechnik und Laboreinsatz [1,2]
	EN 61000-4-2, Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (Leistungskriterium B)
	EN 61000-4-3, Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (Leistungskriterium A)[3]
	EN 61000-4-4, Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (Leistungskriterium B)
	EN 61000-4-5, Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (Leistungskriterium B)
	EN 61000-4-6, Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen (Leistungskriterium A)[4]
	EN 61000-4-11, Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen (Leistungskriterium B)
	EN 61000-3-2, Grenzwerte für Oberschwingungsströme
	EN 61000-3-3, Flicker

[1] **Diese Norm überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Testobjekt angeschlossen ist.**

[2] **Um die Einhaltung der o. g. Standards zu gewährleisten, schließen Sie nur qualitativ hochwertige geschirmte Kabel an dieses Gerät an. Qualitativ hochwertige geschirmte Kabel sind typischerweise umflochtene und mit Folie beschichtete Typen mit niederohmigen Anschlüssen an geschirmte Anschlüsse an beiden Enden.**

[3] **Die Strahlrauschenzunahme beim Einsatz mit einem Testfeld (3 V/m im Frequenzbereich zwischen 80 MHz und 1 GHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) darf 2 Einheiten Spitze-zu-Spitze nicht überschreiten. Umgebende geleitete Felder können Triggerung induzieren, wenn der Trigger–Schwellwert–Offset auf weniger als 1 Einheit von der Kanalreferenz gesetzt ist.**

[4] **Die Strahlrauschenzunahme beim Einsatz mit einem Testfeld (3 V/m im Frequenzbereich zwischen 150 kHz und 80 MHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) darf 1 Einheit Spitze-zu-Spitze nicht überschreiten. Umgebende geleitete Felder können Triggerung induzieren, wenn der Trigger–Schwellwert–Offset auf weniger als 0,5 Einheiten von der Kanalreferenz gesetzt ist.**

EMV-Zertifizierungen und Konformitätsbestimmungen für Oszilloskope (Forts.)	
Australien/ Neuseeland	Entspricht den Bestimmungen des australischen EMV-Rahmenwerks der folgenden Spezifikation: AS/NZS 2064.1/2

Sicherheitszertifizierungen und Konformitätsbestimmungen für Oszilloskope		
Zertifizierungen	CAN/CSA C22.2 Nr. 1010.1, 2004 UL61010-1, 2004	
Netzkabel mit CSA-Zertifizierung	Die CSA-Zertifizierung betrifft Produkte und Netzkabel, die für die US-amerikanischen Stromnetze geeignet sind. Alle anderen mitgelieferten Netzkabel sind zur Nutzung in dem jeweiligen Land zugelassen.	
Belastungsgrad 2	Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind.	
Überspannungs-Kategorie	Kategorie:	Produktbeispiele für diese Kategorie:
	CAT III	Verteilerebene, feste Installationen
	CAT II	Lokale Ebene, Geräte, tragbare Ausrüstung
	CAT I	Signalebenen in Sondergeräten oder -geräteteilen, Telekommunikationseinrichtungen, Elektronik

Einstellungsintervall (Werkskalibrierung)
Das Gerät sollte einmal im Jahr kalibriert werden.

P2220 Spezifikationen zum Tastkopf

<table>
<tr><th>Elektrische Spezifikationen</th><th colspan="2">Position 10fach</th><th>Position 1fach</th></tr>
<tr><td>Bandbreite</td><td colspan="2">DC bis 200 MHz</td><td>DC bis 6 MHz</td></tr>
<tr><td>Dämpfungs-verhältnis</td><td colspan="2">10:1 ± 2 %</td><td>1:1 ± 2 %</td></tr>
<tr><td>Kompensations-bereich</td><td colspan="2">18 pF-35 pF</td><td>Die Kompensation ist fest eingestellt und für alle Oszilloskope mit 1 MΩ Eingang richtig.</td></tr>
<tr><td>Eingangswider-stand</td><td colspan="2">10 MΩ ± 3 % bei DC</td><td>1 MΩ ± 3 % bei DC</td></tr>
<tr><td>Eingangskapazität</td><td colspan="2">14,5 pF-17,5 pF</td><td>80 pF-110 pF</td></tr>
<tr><td>Anstiegszeit, typisch</td><td colspan="2">< 2,2 ns</td><td>< 50,0 ns</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Maximale Eingangsspannung[1] zwischen Spitze (Signal) und Referenzleiter</td><td>Position 10fach</td><td colspan="2">300 V_{EFF} CAT II bzw. 300 V DC CAT II
150 V_{EFF} CAT III bzw. 150 V DC CAT III
420 V Spitzenwert, <50 % DF, <1 s PW
670 V Spitzenwert, <20 % DF, <1 s PW</td></tr>
<tr><td>Position 1fach</td><td colspan="2">150 V_{EFF} CAT II bzw. 150 V DC CAT II
100 V_{EFF} CAT III bzw. 100 V DC CAT III
210 V Spitzenwert, <50 % DF, <1 s PW
330 V Spitzenwert, <20 % DF, <1 s PW</td></tr>
<tr><td colspan="3">300 V_{EFF}; Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 900 kHz bis 13 V Spitzenwert AC bei 3 MHz und höher. Bei Nicht-Sinuskurven muss der Spitzenwert kleiner als 450 V sein. Eine Abweichung über 300 V sollte nicht länger als 100 ms dauern. Effektivwert-Signalpegel einschließlich jeglicher mittels AC-Kopplung herausgefilterter Gleichstromanteile müssen auf 300 V beschränkt werden, da das Oszilloskop bei Überschreitung dieser Werte beschädigt werden kann. Lesen Sie die Beschreibung zum Thema Überspannungskategorie auf der nächsten Seite.</td></tr>
</table>

P2220 Spezifikationen zum Tastkopf

Maximale Eingangsspannung[1] zwischen Spitze (Signal) und Erdung	Position 10fach	300 V_{eff} CAT II bzw. 300 V DC CAT II 150 V_{eff} CAT III bzw. 150 V DC CAT III 420 V Spitzenwert, <50 % DF, <1 s PW 670 V Spitzenwert, <20 % DF, <1 s PW
	Position 1fach	150 V_{eff} CAT II bzw. 150 V DC CAT II 100 V_{eff} CAT III bzw. 100 V DC CAT III 210 V Spitzenwert, <50 % DF, <1 s PW 330 V Spitzenwert, <20 % DF, <1 s PW
Maximale Spannung zwischen Referenzleiter und Erdung		30 V_{eff}[2]

1 **Entsprechend der Definition in IEC61010–1: 2001. Siehe Zertifizierungen und Bestimmungen in Tabelle 3.**

2 **Die potenzialfreie Spannung muss von der Spannung zwischen Spitze und Erdung subtrahiert werden. Wenn der Referenzleiter beispielsweise auf eine potenzialfreie Spannung von 30 V $_{eff}$ ausgelegt ist, ist die Spannung zwischen Spitze und Referenzleiter auf 270 V $_{eff}$ beschränkt.**

P2220 Spezifikationen zum Tastkopf (Forts.)

Zertifizierungen und Konformität		
EG-Konformitätserklärung	Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (ABl) veröffentlicht wurden: Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG entsprechend der Fassung 93/68/EWG:	
	EN 61010-1 2001	Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Regel- und Laborgeräte
	EN 61010-2-031 2003	Besondere Anforderungen für Handheld-Tastköpfe zur elektrischen Messung und Prüfung

P2220 Spezifikationen zum Tastkopf (Forts.)

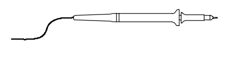
Zertifizierungen und Konformität		
Überspannungs-kategorie	Kategorie	Produktbeispiele für diese Kategorie
	CAT III (Kategorie III)	Verteilerebene, feste Installationen
	CAT II (Kategorie II)	Lokale Ebene, Geräte, tragbare Ausrüstung
	CAT I (Kategorie I)	Signalebene in Sondergeräten oder -geräteteilen, Telekommunikationseinrichtungen, Elektronik
Belastungsgrad 2	Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind.	
Sicherheit	UL61010-1, 2004 & UL61010B-2-031, 2003 CSA C22.2 Nr. 1010.1-92 & CAN/CSA C22.2 Nr. 1010.2031-94 IEC61010-031: 2001 EN61010-031: 2001	

Umgebungsbedingte Spezifikationen		
Temperatur	Betrieb	0 °C bis 50 °C (32 °F bis 122 °F)
	Nicht in Betrieb	–40 °C bis 71 °C (–40 °F bis +159,8 °F)
Kühlung	Konvektion	
Feuchtigkeit	+104 °F (+40 °C) oder weniger	≤ 90 % relative Luftfeuchtigkeit
	+105 °F - 122 °F (+41 °C bis +50 °C)	≤ 60 % relative Luftfeuchtigkeit
Höhe über NN	Betrieb	3.000 m
	Nicht in Betrieb	15.000 m

Anhang B: Zubehör

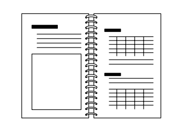
Über ein Tektronix-Regionalbüro in Ihrer Nähe können Sie sämtliches Zubehör beziehen.

Standardzubehör

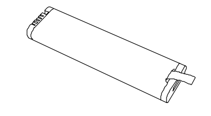


P2220 Passiver 1fach- und 10fach-Spannungstastkopf. Die P2220-Tastköpfe verfügen über 6 MHz Bandbreite bei 150 V_{EFF} CAT II, wenn der Schalter auf 1fach gestellt wurde, bzw. 200 MHz Bandbreite und 300 V_{EFF} CAT II, wenn er auf 10fach gestellt ist.

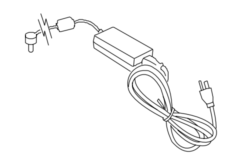
Zum Lieferumfang gehört ein Handbuch zum Tastkopf (nur in englischer Sprache).



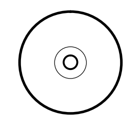
Benutzerhandbuch für die Oszilloskope der Serie TPS2000. Ein Benutzerhandbuch wird mit dem Gerät zusammen ausgeliefert. Eine Liste aller verfügbaren Handbuchsprachen finden Sie unter „Optionales Zubehör".



TPSBAT-Akku. Mit Akkus lässt sich das Oszilloskop als tragbares Gerät einsetzen. Die Betriebsdauer des Oszilloskops mit Akkus hängt vom Gerätemodell ab. Siehe Seite 1-8.

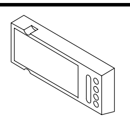


Oszilloskop-Netzgerät mit Netzkabel. Eine Liste der verfügbaren internationalen Netzkabel finden Sie unter „Optionales Zubehör" auf Seite B-2. Netzgeräte sind nicht für Temperaturen unter 0 °C (32 °F) oder für den Einsatz im Freien ausgelegt.

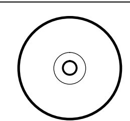


TDSPCS1 CD-ROM. Die TDSPCS1 OpenChoice^{TM}-PC-Kommunikationssoftware ermöglicht die einfache Übertragung von Daten vom Oszilloskop auf einen PC.

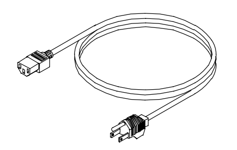
Optionales Zubehör



TPS2PWR1-Anwendung. Die TPS2PWR1-Leistungsanalyse-Anwendung erweitert die Leistungsmessfunktionen.

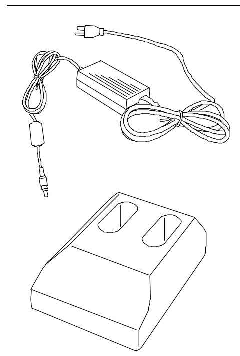


WST-RO CD-ROM. Mit der WST-RO WaveStar-Software für Oszilloskope können Sie das Oszilloskop von einem PC aus steuern.



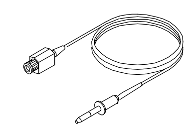
Internationale Netzkabel. Zusätzlich zu dem zusammen mit Ihrem Oszilloskop gelieferten Netzkabel können Sie folgende Kabel bestellen:

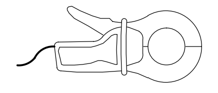
Option A0, Nordamerika	120 V, 60 Hz	161-0066-00
Option A1, Europa	230 V, 50 Hz	161-0066-09
Option A2, Großbritannien	230 V, 50 Hz	161-0066-10
Option A3, Australien	240 V, 50 Hz	161-0066-11
Option A5, Schweiz	230 V, 50 Hz	161-0154-00
Option A10, China	220 V, 50 Hz	161-0304-00

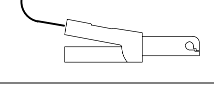
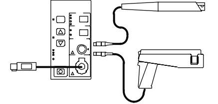


TPSCHG-Akkuladegerät. Das externe TPSCHG-Akkuladegerät fasst zwei Akkus. Eine Liste der verfügbaren Netzkabel finden Sie unter „Internationale Netzkabel“. Akkuladegeräte sind nicht für Temperaturen unter 0 °C (32 °F) oder für den Einsatz im Freien ausgelegt.

Optionales Zubehör (Forts.)

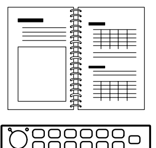
Hochspannungstastkopf*	
	**Passiver Hochspannungstastkopf P5120.**Technische Daten des Tastkopfes: 200 MHz, 20fach, 1000 V_{EFF}, Länge: 3 Meter (3,2 Yard).

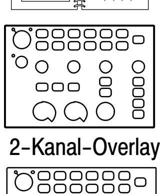
Wechselstromtastkopf*	
	**Wechselstromtastkopf A621**. Technische Daten des Tastkopfes: 5 Hz bis 50 kHz mit Einstellungen 1/10/100 mV/A und 2000 APK.

Gleichstrom-/Wechselstromtastköpfe*	
	**Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf A622.** Technische Daten des Tastkopfes: Gleichstrom bis 100 kHz mit Einstellungen 10/100 mV/A und 100 APK.
	**Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf TCP303 (erfordert Verstärker TCPA300).** Technische Daten des Tastkopfes: Gleichstrom bis 15 MHz mit Einstellungen 5/50 mV/A, 150 A_{EFF} und 500 APK. **Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf TCP305 (erfordert Verstärker TCPA300).** Technische Daten des Tastkopfes: Gleichstrom bis 50 MHz mit Einstellungen 5/10 mV/A, 50 ADC und 500 APK. **Gleichstrom-/Wechselstromtastkopf TCP312 (erfordert Verstärker TCPA300).** Technische Daten des Tastkopfes: Gleichstrom bis 100 MHz mit Einstellungen 1/10 mV/A, 30 ADC und 500 APK.

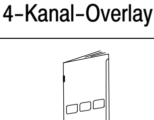
*** Eine Liste mit anderen kompatiblen Hochspannungs- und Stromtastköpfen finden Sie auf der Website www.tektronix.com.**

Optionales Zubehör (Forts.)





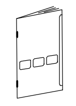
2-Kanal-Overlay



4-Kanal-Overlay

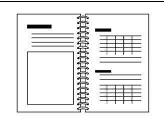
Benutzerhandbuch für die Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TPS2000. Das Benutzerhandbuch ist in den folgenden Sprachen erhältlich:

Sprache	Teilenummer
Englisch	071-1441-XX
Französisch	071-1442-XX
Italienisch	071-1443-XX
Deutsch	071-1444-XX
Spanisch	071-1445-XX
Japanisch	071-1446-XX
Portugiesisch	071-1447-XX
Vereinfachtes Chinesisch	071-1448-XX
Traditionelles Chinesisch	071-1449-XX
Koreanisch	071-1450-XX
Russisch	071-1451-XX

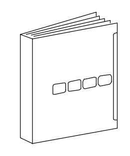


Anleitung zum 1fach-, 10fach-Tastkopf P2220. Das Handbuch für den Tastkopf P2220 (071-1464-XX, Englisch) enthält Informationen zum Tastkopf und zum entsprechenden Zubehör.

Anleitungen zum passiven Hochspannungstastkopf P5120 20X. Das Handbuch für den Tastkopf P5120 (071-1463-XX, Englisch) enthält Informationen zum Tastkopf und zum entsprechenden Zubehör.

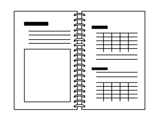


Programmieranleitung der Digitaloszilloskope der Serie TDS200, TDS1000, TDS2000 und TPS2000. Die Programmieranleitung (071-1075-XX English) enthält Informationen über Befehle und Syntax.



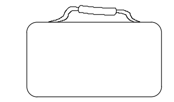
Servicehandbuch für die Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TPS2000. Das Servicehandbuch (071-1465-XX Englisch) enthält Informationen zur Reparatur des Geräts auf Modulebene.

Optionales Zubehör (Forts.)

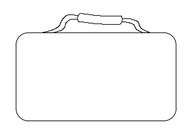


TPS2PWR1-Leistungsanalyse-Anwendung, Benutzerhandbuch. Das Benutzerhandbuch ist in den folgenden Sprachen erhältlich:

Englisch	071-1452-XX
Französisch	071-1453-XX
Italienisch	071-1454-XX
Deutsch	071-1455-XX
Spanisch	071-1456-XX
Japanisch	071-1457-XX
Portugiesisch	071-1458-XX
Vereinfachtes Chinesisch	071-1459-XX
Traditionelles Chinesisch	071-1460-XX
Koreanisch	071-1461-XX
Russisch	071-1462-XX



Tasche. Die Transporttasche (AC2100) schützt das Oszilloskop vor Beschädigungen und bietet Stauraum für Tastköpfe, Akkus, Akkuladegerät, Netzkabel und Handbücher.



Transportkoffer. Der robuste Transportkoffer (HCTEK321) für unterwegs schützt das Oszilloskop vor Stößen, Erschütterungen, Vibrationen und Feuchtigkeit. Die passende Tasche kann bequem im Transportkoffer untergebracht werden.

Anhang C: Reinigung

Allgemeine Pflege

Bewahren Sie das Oszilloskop nicht an einem Ort auf, an dem die LCD–Anzeige über einen längeren Zeitraum direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist.



VORSICHT. *Um eine Beschädigung von Gerät und Tastköpfen zu vermeiden, verwenden Sie keine Sprays, Flüssigkeiten oder Lösungsmittel zur Reinigung.*

Reinigung

Reinigen Sie Gerät und Tastköpfe so oft, wie es die Betriebsbedingungen vorschreiben. Zur Reinigung der Oszilloskopoberfläche gehen Sie wie folgt vor:

1. Entfernen Sie den Staub außen am Oszilloskop und an den Tastköpfen mit einem fusselfreien Lappen. Gehen Sie vorsichtig vor, um den Anzeigefilter aus Klarglas nicht zu verkratzen.
2. Verwenden Sie einen mit Wasser befeuchteten weichen Lappen zur Reinigung. Bei stärkerer Verschmutzung können Sie auch eine wässerige Lösung mit 75 % Isopropylalkohol verwenden.



VORSICHT. *Um Beschädigungen der Gerät– oder Tastkopfoberfläche zu vermeiden, verwenden Sie keine ätzenden oder chemischen Reinigungsmittel.*

Anhang D: Grundeinstellung

In diesem Anhang werden die Optionen, Tasten und Bedienelemente erläutert, bei denen sich die Einstellungen durch Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG verändern. Eine Liste der unverändert bleibenden Einstellungen finden Sie auf Seite D-4.

HINWEIS. *Beim Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG zeigt das Oszilloskop das Signal auf CH1 an und löscht alle anderen Signale.*

Grundeinstellungen

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
ERFASSUNG	(drei verfügbare Modi)	Abtastwert
	Mittelwerte	16
	RUN/STOP	RUN
BEREICH	Bereich	Aus
	Modus	Vertikal und horizontal
CURSOR	Typ	Aus
	Quelle	CH1
	Horizontal (Amplitude)	+/– 3,2 divs
	Vertikal (Zeit)	+/– 4 divs
DISPLAY	Typ	Vektoren
	Nachleuchten	Aus
	Format	YT

Grundeinstellung (Fortsetzung)

Menü oder Bedienelement	Option	Grundeinstellung
HORIZONTAL	Fenster	Hauptzeitbasis
	Trigger	Pegel
	POSITION	0,00 s
	SEC/DIV	500 μs
	Zoombereich	50 μs
MATH	Operation	–
	Quellen	CH1 – CH2
	Position	0 divs
	Vertikale Skala	2 V
	FFT-Operation: Quelle Fenster FFT-Zoom	 CH1 Hanning 1fach
MESSUNG (alle)	Quelle	CH1
	Typ	keine
TRIGGER (allgemein)	Typ	Flanke
	Quelle	CH1
TRIGGER (Flanke)	Flanke	Aufsteigend
	Modus	Automatisch
	Kopplung	DC
	PEGEL	0,00 V

Grundeinstellung (Fortsetzung)

Menü oder Bedienelement	Option	Grundeinstellung
TRIGGER (Video)	Polarität	Normal
	Synchronisation	Alle Zeilen
	Standard	NTSC
TRIGGER (Impuls)	Wenn	=
	Impulsbreite einstellen	1,00 ms
	Polarität	Positiv
	Modus	Automatisch
	Kopplung	DC
Vertikalsystem, alle Kanäle	Kopplung	DC
	Bandbreite	Aus
	Volts/Div	Grobeinstellung
	Tastkopf	Spannung
	Spannungstastkopf-dämpfung	10fach
	Stromtastkopfskala	10 A/V
	Invertier.	Aus
	POSITION	0,00 divs (0,00 V)
	VOLTS/DIV	1,00 V

Folgende Einstellungen werden bei Drücken der Taste GRUNDEIN-STELLUNG nicht zurückgesetzt:

- Sprachoption
- Gespeicherte Einstellungen
- Gespeicherte Referenzsignale
- Frontplatten-Hintergrundbeleuchtung
- Anzeigekontrast und -helligkeit
- Kalibrierdaten
- Druckereinstellung
- RS-232-Einstellungen
- Tastkopfeinstellung (Typ und Dämpfungsfaktor)
- Datum und Uhrzeit
- Aktuelles Verzeichnis auf der CompactFlash-Karte

Anhang E: Schriftartlizenzen

Die folgende Lizenzvereinbarung bezieht sich auf die Verwendung von asiatischen Schriftarten für Oszilloskope der Serie TPS2000.

Copyright © 1988 The Institute of Software, Academia Sinica.

Correspondence Address: P.O.Box 8718, Beijing, China 100080.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notices appear in all copies and that both those copyright notices and this permission notice appear in supporting documentation, and that the name of "the Institute of Software, Academia Sinica" not be used in advertising or publicity pertaining to distribution of the software without specific, written prior permission. The Institute of Software, Academia Sinica, makes no representations about the suitability of this software for any purpose. It is provided "as is" without express or implied warranty.

THE INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL THE INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

© Copyright 1986–2000, Hwan Design Inc.

You are hereby granted permission under all Hwan Design propriety rights to use, copy, modify, sublicense, sell, and redistribute the 4 Baekmuk truetype outline fonts for any purpose and without restriction; provided, that this notice is left intact on all copies of such fonts and that Hwan Design Int.'s trademark is acknowledged as shown below on all copies of the 4 Baekmuk truetype fonts.

BAEKMUK BATANG is a registered trademark of Hwan Design Inc. BAEKMUK GULIM is a registered trademark of Hwan Design Inc. BAEKMUK DOTUM is a registered trademark of Hwan Design Inc. BAEKMUK HEADLINE is a registered trademark of Hwan Design Inc.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

3. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.

4. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

5. Neither the name of the team nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this font without specific prior written permission.

THIS FONT IS PROVIDED BY THE TEAM AND CONTRIBUTORS “AS IS” AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE TEAM OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS FONT, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

Anhang F: Maximale Spannung für TPS2000–kompatible Tastköpfe

Maximale Spannung für TPS2000–kompatible Tastköpfe

Passive Tastköpfe			
	P2220		*P5120*
Dämpfungs–/ Verstärkungs– Einstellung	1fach	10fach	20fach
Maximale Eingangs-spannung[1] zwischen Spitze (Signal) und Referenzleiter	150 V_{eff} CAT II bzw. 150 V DC CAT II	300 V_{eff} CAT II bzw. 300 V DC CAT II	1.000 V_{eff} CAT II bzw. 1.000 V DC CAT II
Maximale Eingangs-spannung[1] zwischen Spitze (Signal) und Erdung	150 V_{eff} CAT II bzw. 150 V DC CAT II	300 V_{eff} CAT II bzw. 300 V DC CAT II	1.000 V_{eff} CAT II bzw. 1.000 V DC CAT II
Maximale Spannung zwischen Referenzleiter und Erdung bei Verwendung mit Modellen der Serie TPS2000	30 V_{eff} (42,4 V Spitze)	30 V_{eff} (42,4 V Spitze)	600 V_{eff} CAT II bzw. 600 V DC CAT II

[1] **Entsprechend der Definition in IEC 61010-1: 2001.**

Differenztastköpfe

Differenztastköpfe

Dämpfungs-/ Verstärkungs-Einstellung	*P5205 mit 1103*	
	50fach	500fach
Maximale lineare Gegentakt-Eingangsspannung[2] (zwischen den Tastkopfspitzen)	130 V (DC + PK AC) CAT I 100 V_{eff} CAT II bzw. 100 V DC CAT II 600 V_{eff} CAT III bzw. 600 V DC CAT III	1.300 V (DC + PK AC) CAT I 1.000 V_{eff} CAT II bzw. 1.000 V DC CAT II
Maximale lineare Gleichtakt-Eingangsspannung[2] (zwischen entweder positiver oder negativer Tastkopfspitze und Erdung)	1.000 V_{eff} CAT II bzw. 1.000 V DC CAT II 600 V_{eff} CAT III bzw. 600 V CAT III	1.000 V_{eff} CAT II bzw. 1.000 V DC CAT II 600 V_{eff} CAT III bzw. 600 V DC CAT III

Differenztastköpfe

Dämpfungs–/ Verstärkungs– Einstellung	*P5210 mit 1103*	
	100fach	1000fach
Maximale lineare Gegentakt–Eingangs- spannung[2] (zwischen den Tastkopfspitzen)	560 V (DC + PK AC) 440 V_{eff} CAT I bzw. 440 V DC CAT I 440 V_{eff} CAT I bzw. 440 V DC CAT I 100 V_{eff} CAT III bzw. 100 V DC CAT III	5.600 V (DC + PK AC) 4.400 V_{eff} CAT I bzw. 4.400 V DC CAT I 4.400 V_{eff} CAT I bzw. 4.400 V DC CAT I 1.000 V_{eff} CAT III bzw. 1.000 V DC CAT III
Maximale lineare Gleichtakt–Eingangs- spannung[2] (zwischen entweder positiver oder negativer Tastkopfspit- ze und Erdung)	2.200 V_{eff} CAT I bzw. 2.200 V DC CAT I 2.200 V_{eff} CAT II bzw. 2.200 V DC CAT II 1.000 V_{eff} CAT III bzw. 1.000 V DC CAT III	2.200 V_{eff} CAT I bzw. 2.200 V DC CAT I 2.200 V_{eff} CAT II bzw. 2.200 V DC CAT II 1.000 V_{eff} CAT III bzw. 1.000 V DC CAT III

Differenz–Vorverstärker

Dämpfungs–/ Verstärkungs–Einstellung	***ADA400A mit 1103***	
	0,1fach	1fach
Maximale lineare Gegentakt–Eingangs-spannung[2] (zwischen den Tastkopfspitzen)	±80 V (DC + PK AC)	±10 V (DC + PK AC)
Maximale lineare Gleichtakt–Eingangs-spannung[2] (zwischen entweder positiver oder negativer Tastkopfspit-ze und Erdung)	±40 V (DC + PK AC)	±40 V (DC + PK AC)

Differenz–Vorverstärker

Dämpfungs–/ Verstärkungs–Einstellung	***ADA400A mit 1103***	
	10fach	100fach
Maximale lineare Gegentakt–Eingangs-spannung[2] (zwischen den Tastkopfspitzen)	±1 V (DC + PK AC)	±100 mV (DC + PK AC)
Maximale lineare Gleichtakt–Eingangs-spannung[2] (zwischen entweder positiver oder negativer Tastkopfspit-ze und Erdung)	±10 V (DC + PK AC)	±10 V (DC + PK AC)

1 **Entsprechend der Definition in IEC 61010-1: 2001.**

2 **Die potenzialfreie Spannung muss von der Spannung zwischen Spitze und Erdung subtrahiert werden. Wenn der Referenzleiter beispielsweise auf eine potenzialfreie Spannung von 30 V_{eff} ausgelegt ist, ist die Spannung zwischen Spitze und Referenzleiter auf 270 V_{eff} beschränkt.**

Index

Index

Symbole

A

B

C

D

E

F

G

H

I

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z